



Liikenne- ja
viestintäministeriö

Tiekuljetusalan energiatehokkuuden ja hiilidioksidipäästöjen tulevaisuus

Liikenne- ja viestintäministeriön

toiminta-ajatus

Liikenne- ja viestintäministeriö edistää yhteiskunnan toimivuutta ja väestön hyvinvointia huolehtimalla siitä, että kansalaisten ja elinkeinoelämän käytössä on laadukkaat, turvalliset ja edulliset liikenne- ja viestintäyhteydet sekä alan yrityksillä kilpailukykyiset toimintamahdollisuudet.

visio

Suomi on eturivin maa liikenteen ja viestinnän laadussa, tehokkuudessa ja kansainvälisessä osaamisessa.

arvot

Rohkeus

Oikeudenmukaisuus

Yhteistyö

Julkaisun nimi

Tiekuljetusalan energiatehokkuuden ja hiilidioksidipäästöjen tulevaisuus

Tekijät

Heikki Liimatainen, Markus Pöllänen, Erika Kallionpää ja Lasse Nykänen Tampereen teknillinen yliopisto; Pekka Stenholm ja Petri Tapio Turun yliopisto; Alan McKinnon Heriot-Watt University Edinburgh

Toimeksiantaja ja asettamispäivämäärä

Liikenne- ja viestintäministeriö

Julkaisusarjan nimi ja numero

Liikenne- ja viestintäministeriön
julkaisu 1/2012

ISSN (verkkojulkaisu) 1795-4045
ISBN (verkkojulkaisu) 978-952-243-278-0
URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-278-0>
HARE-numero

Asiasanat

liikenteen ilmastopolitiikka, tiekuljetukset, energiatehokkuus, hiilidioksidipäästöt, skenaariot, kuljetusyritykset

Yhteyshenkilö

Saara Jääskeläinen

Muut tiedot

Tiivistelmä

Tiekuljetusosalta vaaditaan muiden yhteiskunnan sektoreiden tapaan hiilidioksidipäästöjen vähentämistä ilmastomuutoksen hillitsemiseksi. *Tiekuljetusalan energiatehokkuuden ja hiilidioksidipäästöjen tulevaisuus (KULJETUS)* -hankkeen tavoitteena oli (1) ennakoida saavutettaanko alalle asetetut energiatehokkuus- ja hiilidioksidipäästötavoitteet ja (2) antaa suosituksia toimenpiteistä, joilla tavoitteiden saavuttamista voidaan edistää.

Tutkimuksessa kehitettiin uusi menetelmä polttoaineenkulutustiedon yhdistämiseksi Tieliikenteen tavarankuljetustilaston aineistoon, mikä mahdollisti hyvin tarkan analyysin talouden, kuljetusten, energiankulutuksen ja päästöjen yhteyksistä. Menetelmällä analysoitiin vuosien 1995–2010 tilastoja, ja analyysin tuloksia käytettiin taustatietoina asiantuntijoille, jotka ennakoiivat Suomen tiekuljetusalan kehitystä vuoteen 2030. Lisäksi tutkimuksessa toteutettiin Internet-kysely suomalaisille tiekuljetusalan yrityksille niiden energiatehokkuuteen liittyvien asenteiden ja toimintatapojen selvittämiseksi.

Tutkimustulosten mukaan toimialojen taloudellisella kehityksellä on erittäin suuri merkitys tiekuljetusten energiatehokkuuteen ja hiilidioksidipäästöihin. Vuodelle 2030 asetetun hiilidioksidipäästötavoitteen saavuttaminen on mahdollista tutkimuksessa asiantuntija-arvioiden pohjalta tehtyjen skenaarioiden valossa. Haasteena on, että tavoitteiden saavuttaminen on mahdollista hyvin erilaisilla kehityskuluilla. Esimerkiksi kansantalouden rakenteet ja tiekuljetus-suoritteet eroavat toisistaan hyvin voimakkaasti eri skenaarioissa.

Tutkimuksen työpajoissa tunnistettiin tiekuljetusalan energiatehokkuuden kehittämisen esteitä ja löydettiin monipuolinen valikoima toimenpiteitä näiden purkamiseksi. Toimenpide-ehdotuksessa korostuu erityisesti yhteistyö ja alan energiatehokkuuden kehittämisen vastuun jakautuminen monille sidosryhmille.

Publikationsdatum
11.1.2012

Publikation

Framtiden av energieffektivitet och koldioxidutsläpp i vägtransporter

Författare

Heikki Liimatainen, Markus Pöllänen, Erika Kallionpää och Lasse Nykänen Tammerfors tekniska universitet; Pekka Stenholm och Petri Tapio Åbo universitet; Alan McKinnon Heriot-Watt University Edinburgh

Tillsatt av och datum

Kommunikationsministeriet

Publikationsseriens namn och nummer

Kommunikationsministeriets
publikationer 1/2012

ISSN (webbpublikation) 1795-4045
ISBN (webbpublikation) 978-952-243-278-0
URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-278-0>
HARE-nummer

Ämnesord

trafikens klimatpolitik, vägtransporter, energieffektivitet, koldioxidutsläpp, scenarier, vägtransportföretag

Kontaktperson

Saara Jääskeläinen

Rapportens språk

Finska

Övriga uppgifter

Sammandrag

Krav att minska koldioxidutsläpp för att hindra klimatförändringen ställs på vägtransporterna såsom på andra sektorer i samhället. Syftet i undersökningen *Framtiden av energieffektivitet och koldioxidutsläpp i vägtransporter* var 1) förutse nås målen på energieffektivitet och koldioxidutsläpp som har satts till branschen och 2) göra rekommendation om åtgärder som främjar måluppfyllelse.

I undersökningen utvecklades en ny metod som knyter tillsammans bränsleförbrukning och data från Statistikcentralens Varutransporter inom vägtrafiken. Den nya metoden möjliggjorde grundlig analys om sambanden mellan ekonomi, transporter, energiförbrukning och utsläpp. Analysen genomfördes för åren 1995-2010 och resultaten användes som ursprungsdata för experter, som förutsade utvecklingen inom vägtransportsektorn i Finland. Ytterligare utfördes en Internet-baserad förfrågning till finska vägtransportföretag för att utreda attityder samt handlingssätt i anslutning till energieffektivitet.

Resultaten i undersökningen visar att den ekonomiska utvecklingen har en stor betydelse för vägtransporternas energieffektivitet och koldioxidutsläpp. Scenarier, som baserar på experternas synsätt, visar att det är möjligt att nå målet för koldioxidutsläpp för år 2030. Målet kan nås med synnerligen annorlunda utvecklingsgång; struktur i ekonomin och transportarbete varierar stort i olika scenarier.

I verkstäder som ordnades i undersökningen identifierades hindrena knutna till att utveckla energieffektivitet i vägtransportbranschen samt uppfanns ett mångsidigt urval av medel att övervinna de här hindrena. Åtgärdsförslag som skapades betonar särskilt samarbete och ansvarsfördelning mellan olika intressegrupp i vägtransportbranschen i att utveckla energieffektiviteten.

Date
1 January 2012

<p>Title of publication The future of energy efficiency and carbon dioxide emissions of road freight transport</p>	
<p>Author(s) Heikki Liimatainen, Markus Pöllänen, Erika Kallionpää and Lasse Nykänen Tampere University of Technology; Pekka Stenholm and Petri Tapio University of Turku; Alan McKinnon Heriot-Watt University Edinburgh</p>	
<p>Commissioned by, date Ministry of Transport and Communications</p>	
<p>Publication series and number Publications of the Ministry of Transport and Communications 1/2012</p>	<p>ISSN (online) 1795-4045 ISBN (online) 978-952-243-278-0 URN http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-278-0 Reference number</p>
<p>Keywords climate policy of transport, road freight transport, energy efficiency, carbon dioxide emissions, scenarios, transport companies</p>	
<p>Contact person Saara Jääskeläinen</p>	<p>Language of the report Finnish</p>
<p>Other information</p>	
<p>Abstract The targets to reduce the carbon dioxide emissions to mitigate the climate change are directed to the road freight transport sector similarly to all other sectors of the society. The objectives of the <i>Future of energy efficiency and carbon dioxide emissions of road freight transport</i> -project were (1) to estimate whether the energy efficiency and carbon dioxide emission targets set for the sector can be reached and (2) to give recommendations on the measures which can be used to promote reaching of the targets.</p> <p>In the study a new method was introduced for connecting the data comprising fuel consumption and Goods transport data gathered by the official road statistics. This method enabled a detailed analysis of the interrelations between the economy, road freight transport, energy consumption and emissions. This analysis was conducted for the years 1995–2010 and the results were used as background information in the experts' panel. The experts estimated the development of the Finnish road freight sector to the year 2030. Furthermore, a web-based survey was conducted among Finnish road freight companies in order to explore the attitudes and measures related to the energy efficiency.</p> <p>The results indicate that the economic development of different branches has a great effect on the energy efficiency and carbon dioxide emissions of road freight transport. Reaching the carbon emission target for the year 2030 is possible in the light of the scenarios which were given by the experts. However, the target can be achieved with very different development paths, e.g. the structure of the national economy and the volume of transport seem to vary widely in the different scenarios.</p> <p>In the workshops organised in the study the participant identified various obstacles for the development of the energy efficiency of road freight transport as well as a wide selection of measures to overcome them. In the proposed implications the cooperation and division of responsibilities between various stakeholders of the road freight sector are emphasized.</p>	

Esipuhe

Liikenne- ja viestintäministeriön ilmastopoliittisen ohjelman mukaan raskaan liikenteen energiatehokkuutta parantamalla pitäisi hiilidioksidipäästöjä leikata 0,3 miljoonaa tonnia vuoteen 2020 mennessä. EU:n liikennepoliittikkaa ohjaavan valkoisen kirjan mukaisesti tulisi liikenteessä saavuttaa 60 % päästövähennys vuoteen 2050 mennessä. Tiekuljetusalan energiatehokkuuden kehittämisessä tärkeä työkalu on Tavarankuljetusten ja logistiikan energiatehokkuussopimus vuosille 2008–2016.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia, ovatko energiatehokkuussopimuksessa ja ilmastopoliittisessa ohjelmassa asetetut tavoitteet tiekuljetusalan energiatehokkuuden parantamiseksi ja hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi saavutettavissa. Tutkimus tehtiin liikenne- ja viestintäministeriön, Liikenneviraston, työ- ja elinkeinoministeriön ja Suomen kuljetus ja logistikka SKAL ry:n toimeksiannosta. Tutkimus on osa tieliikenteen energiankäytön kehittämiseen ja päästöjen vähentämiseen tähtäävää TransEco-tutkimusohjelmaa. Tutkimuksen ohjausryhmään kuuluivat Saara Jääskeläinen (LVM), Tuula Säämänen (Liikennevirasto), Sakari Backlund (SKAL) ja Jochim Donner (Motiva).

Tutkimuksen ovat toteuttaneet Tampereen teknillisen yliopiston liikenteen tutkimuskeskus Verne yhteistyössä Turun yliopiston ja skotlantilaisen Heriot-Watt yliopiston kanssa. Tutkimuksen johtajana toimi professori Jorma Mäntynen ja projektipäällikkönä tutkija Heikki Liimatainen. Vernestä tutkimukseen osallistuivat lisäksi tutkija Erika Kallionpää, lehtori Markus Pöllänen ja tutkimusapulainen Lasse Nykänen. Turun yliopistosta tutkimukseen osallistuivat erikoistutkija Pekka Stenholm TSE Entrestä ja erikoistutkija Petri Tapio tulevaisuuden tutkimuskeskuksesta. Heriot-Watt yliopistosta tutkimukseen osallistui professori Alan McKinnon.

Ohjausryhmän puolesta,
neuvotteleva virkamies Saara Jääskeläinen,
liikenne- ja viestintäministeriö

Sisällysluettelo

1.	Johdanto	2
1.1	Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimusmenetelmät	2
1.2	Tutkimuksen näkökulma ja rajaukset	3
2.	Tiekuljetusten energiatehokkuuden ja hiilidioksidipäästöjen yhteys	5
2.1	Kestävä kuljetusjärjestelmä, kuljetusintensiteetti ja energiatehokkuus	5
2.2	Tiekuljetusten arviointikehikko	6
2.3	Tulevaisuudentutkimuksen menetelmät	7
3.	Yrityskysely	9
3.1	Vastaajat	9
3.2	Energiatehokkuuden mittaaminen	10
3.3	Energiatehokkuustoimenpiteet	12
3.4	Kuljetusasiakkaiden odotukset	17
3.5	Energiatehokkuussopimus	18
3.6	Tulevaisuuden näkymät	20
3.7	Suosituksia	21
4.	Tilastoanalyysi	23
4.1	Tietolähteet	23
4.2	Toimialat	24
4.3	Polttoaineenkulutustiedon yhdistäminen tieliikenteen tavarankuljetustilastoon	25
4.4	Tyhjänä ajon määrittäminen toimialoittain	27
4.5	Energiatehokkuuden ja hiilidioksidipäästöjen muutos Suomessa	28
4.6	Talouden, kuljetusten ja hiilidioksidipäästöjen yhteys toimialatasolla	32
5.	Delfoi-tutkimus	41
5.1	Kyselylomake	41
5.2	Asiantuntijoiden ennusteet	42
5.3	Megatrendit	51
6.	Skenaariot	55
6.1	Energiatehokkuus ja hiilidioksidipäästöt 2016	55
6.2	Energiatehokkuus ja hiilidioksidipäästöt 2030	57
7.	Toimenpiteet tavoitteiden saavuttamiseksi	63
7.1	EU-maiden toimenpiteet energiatehokkuuden edistämiseksi	63
7.2	Työpajat	64
7.3	Toimenpide-ehdotukset energiatehokkuuden kehittämiseksi ja hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi 2012–2016	68
8.	Yhteenveto	74
	Lähteet	77
	Liite 1. Megatrendit	82
	Liite 2. Hiilidioksidipäästöjen kehitys 1995–2030 eri skenaarioissa	83

1. Johdanto

Kestävän kehityksen teemat, erityisesti energiatehokkuuden parantaminen ja hiilidioksidipäästöjen (CO₂) vähentäminen, ovat nousseet viime vuosina niin kansalaiskeskustelun kuin poliittisen päätöksenteonkin keskiöön. Tähän ovat erityisesti vaikuttaneet tutkimustulokset ihmisen toiminnan aiheuttamasta ilmaston lämpenemisestä (IPCC 2007), fossiilisten öljyvarojen rajallisuus, öljyn kysynnän kasvu nousevien talouksien kulutuksen kasvaessa ja öljyn hinnan nousu. Kestävään kehityksen teemat vaikuttavat yhteiskunnan kaikilla sektoreilla, mutta erityisesti liikenteessä, koska se on tällä hetkellä lähes täysin riippuvainen fossiilisista polttoaineista (KOM/2011/0144). Liikenteen erityisasemasta kertoo myös se, että EU:n uudessa liikenteen valkoisessa kirjassa asetetaan tavoite vähentää vuoteen 2050 mennessä liikenteen hiilidioksidipäästöjä 60 % vuoden 1990 tasosta, vaikka kokonaisuudessaan päästöjä pyritään vähentämään 80–95 % vuoden 1990 tasosta ilmaston lämpenemisen hillitsemiseksi alle 2 asteen (KOM/2011/0144). Toisaalta liikenne on Euroopassa ainoa sektori, jonka hiilidioksidipäästöt ovat kasvaneet viime vuosina ja kasvun ennakoita jatkuvan ilman määrätietoista liikennepolitiikkaa päästöjen vähentämiseksi (Eurostat 2011; SEC/2011/0358).

Määrätietoista liikennepolitiikkaa päästöjen vähentämiseksi ohjaa osaltaan Euroopassa uusi liikenteen valkoinen kirja (KOM/2011/0144). Suuntaviivoja valkoisen kirjan tavoitteiden suuntaan on kuitenkin asetettu jo aiemmissa päätöksissä, kuten energiapalveludirektiivissä (2006/32/EY) ja ilmastomuutostavoitteissa ja -toimenpidesuunnitelmassa (COM/2008/0030; COM/2008/0017). Näiden mukaisesti on jo toimittu myös Suomessa. Ministeriöt ja kuljetusalan etujärjestöt solmivat vuonna 2008 *tavarankuljetusten ja logistiikan energiatehokkuussopimuksen*, jossa tavoitellaan 9 % energiatehokkuuden parannusta vuosina 2008–2016 (Motiva 2008). Liikenne- ja viestintäministeriö on myös tehnyt ilmastopoliittisen ohjelman, jossa tavoitellaan 15 % vähennystä kasvihuonekaasupäästöihin vuoden 2005 tasosta vuoteen 2020 mennessä (LVM 2009). Ilmastopoliittisessa ohjelmassa nojaututaan tiekuljetusten päästövähennysten osalta pitkälti energiatehokkuuden parantamiseen energiatehokkuussopimuksen mukaisesti.

Energiatehokkuussopimuksen tavoitteena on, että 60 % alan yrityksistä tai luvanvaraiseen liikenteeseen rekisteröidyistä kuorma-autoista on sopimuksen piirissä vuonna 2016. Tuohon vuoteen mennessä tulisi myös saavuttaa *"9 prosentin energiansäästö verrattuna vuosien 2001–2005 keskimääräiseen energiankulutukseen, jos kuljetussuorite (tonnikilometrit) on pysynyt vuoden 2008 tasolla"* (Motiva 2008). Energiatehokkuussopimustoiminnan tukemiseksi LVM, TEM ja Liikennevirasto tilasivat vuonna 2010 Tampereen teknilliseltä yliopistolta tutkimuksen tiekuljetusalan energiatehokkuuden ja hiilidioksidipäästöjen tulevaisuudesta.

1.1 Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimusmenetelmät

Tiekuljetusalan energiatehokkuuden ja hiilidioksidipäästöjen tulevaisuus (KULJETUS) -hankkeen tavoitteena oli

- 1) ennakoida saavutetaanko alalle asetetut energiatehokkuus- ja hiilidioksidipäästötavoitteet ja
- 2) antaa suosituksia toimenpiteistä, joilla tavoitteiden saavuttamista voidaan edistää.

Näiden tavoitteiden saavuttamiseksi tutkimus jaettiin kuuteen osa-alueeseen kuvan 1 mukaisesti.



Kuva 1. KULJETUS-hankkeen osa-alueet.

Tutkimuksen kirjallisuusselvitys rakensi pohjan tutkimuksen muille vaiheille. Selvityksessä pyrittiin löytämään kokemuksia tiekuljetusalan energiatehokkuuden tutkimuksista muualta maailmasta parhaiden tutkimusmenetelmien löytämiseksi. Kirjallisuusselvityksellä pyrittiin myös tunnistamaan tiekuljetusalan toimintaympäristössä vaikuttavia trendejä, jotka ohjaavat alan kehitystä myös Suomessa. Selvityksellä rakennettiin myös tutkimuksen teoreettinen pohja, jota esitellään luvussa 2.

Energiatehokkuuteen ja CO₂-päästöjen vähentämiseen liittyviä asenteita, tiedon tasoa ja toimenpiteitä kuljetusyrityksissä selvitettiin yrityskyselyllä. Kysely toteutettiin Internet-kyselynä ja sen vastaajina oli Suomen kuljetus ja logistiikka SKAL ry:n jäsenyrityksiä. Yrityskyselyn tuloksia esitellään luvussa 3.

Tilastoanalyysillä pyrittiin selvittämään tiekuljetusalan energiatehokkuuden ja hiilidioksidipäästöjen historiallinen kehitys ja tunnistamaan kehitykseen vaikuttaneet tekijät. Tarkkojen analyysien mahdollistamiseksi tutkimuksessa myös kehitettiin uusi menetelmä energiankulutustietojen yhdistämiseksi tieliikenteen tavarankuljetustilaston aineistoon. Tilastoanalyysin tuloksia esitellään luvussa 4.

Tilastoanalyysin tuloksia käytettiin tausta-aineistona Delfoi-kyselyssä, jonka tarkoituksena oli kartoittaa asiantuntijajaneelin näkemyksiä tiekuljetusalan tulevaisuudesta ja sitä muokkaavista tekijöistä. Delfoi-kysely toteutettiin kahden kierroksen sähköpostikyselynä Excel-tiedostoa kyselylomakkeena käyttäen. Tuloksia esitellään luvussa 5.

Tilastoanalyysin ja Delfoi-kyselyn pohjalta luotiin energiatehokkuuden ja hiilidioksidipäästöjen kehityksestä tulevaisuuden skenaarioita vuoteen 2016 ja 2030. Skenaarioilla pyrittiin vastaamaan hankkeen ensimmäiseen tutkimuskysymykseen, eli siihen, saavuttaako tiekuljetusala sille asetetut tavoitteet. Skenaariot esitellään luvussa 6.

Toiseen tutkimuskysymykseen, eli siihen, mitä pitäisi tehdä päästö- ja energiatehokkuustavoitteiden saavuttamiseksi, haettiin vastausta Delfoi-tutkimuksen ohella työpajatyöskentelyn avulla. Tutkimuksen aikana järjestettiin kolme työpajaa, joissa esiteltiin hankkeen tuloksia ja keskusteltiin energiatehokkuuden kehittämisen esteistä ja toimenpiteistä sen edistämiseksi. Tutkimuksessa selvitettiin muiden EU-maiden käyttämiä energiatehokkuustoimenpiteitä ja työpajoissa kuultiin Britannian kokemuksia professori Alan McKinnonin kertomana. Työpajatyöskentelyn tuloksena luotiin energiatehokkuuden edistämisen toimenpidesuunnitelma vuosille 2012–2016, joka esitetään luvussa 7.

1.2 Tutkimuksen näkökulma ja rajaukset

Kuten edellä esitettiin, tutkimuksella pyritään tukemaan tavarankuljetusten ja logistiikan energiatehokkuussopimuksen käyttöönottoa ja sen tavoitteiden saavuttamista. Energiatehokkuussopimuksesta poiketen tutkimuksessa rajaudutaan kuitenkin tiekuljetuksiin ja rautatiekuljetuksia käsitellään siinä määrin kuin kuljetusmuotojen työnjakoa käsitellessä on tarpeellista. Tie-

kuljetukset rajataan käsittelemään Suomen rajojen sisällä suomalaisilla kuorma-autoilla tehtyjä kuljetuksia. Suomalaisilla kuorma-autoilla tarkoitetaan Suomeen rekisteröityjä yli 3500 kg kokonaispainon ylittäviä ajoneuvoja. Tutkimuksessa tiedostetaan, että pakettiautoilla suoritetaan myös kuljetuksia ja niiden merkitys on tulevaisuudessa luultavasti kasvava, mutta tavarankuljetustilaston aineisto rajaa käsittelyn edellä kuvattuihin kuorma-autokuljetuksiin.

Tiekuljetusalaa tarkastellaan tutkimuksessa pääasiassa kansallisella tasolla tutkimuksen tavoitteesta, eli energiatehokkuussopimuksen tukemisesta johtuen. Tutkimuksen suosituksissa painotetaan alan kansallisten toimijoiden ja erityisesti energiatehokkuussopimuksen pääosapuolten, eli ministeriöiden ja alan etujärjestöjen, toimenpiteitä. Tutkimuksessa tuodaan kuitenkin esiin yksittäisen kuljetusyrityksen näkökulma erityisesti yrityskyselyn kautta. Tiekuljetuksia tarkastellaan myös toimitusketjua ohjaavien kaupan ja teollisuuden yritysten näkökulmasta toimialatason tilastoanalyysin ja työpajatyöskentelyn kautta.

2. Tiekuljetusten energiatehokkuuden ja hiilidioksidipäästöjen yhteys

2.1 Kestävä kuljetusjärjestelmä, kuljetusintensiteetti ja energiatehokkuus

Energiatehokkuuden parantaminen ja hiilidioksidipäästöjen vähentäminen tiekuljetuksissa ovat osa laajempaa kestävä kehityksen edistämistä kuljetuksissa. Esimerkiksi Iso-Britannian ympäristö-, liikenne- ja alueministeriön määritelmän mukaan kestävä kuljetusjärjestelmän tulee:

- vähentää kasvihuonekaasupäästöjä, täyttää melu- ja ilmanlaatuavoitteet sekä minimoida jätteen määrä ja vaikutukset luonnon monimuotoisuuteen (ympäristötavoite)
- edistää talouskasvua ja työllisyyttä, taata tasapuolinen kilpailu ja edullinen tavaroiden kuljetus tehokkaan järjestelmän läpi (taloudellinen tavoite)
- parantaa liikenneturvallisuutta, suojata ihmisten terveyttä ja edistää tavaroiden ja palvelujen saatavuutta kaikille (sosiaalinen tavoite) (DETR 1999).

Kestävä kuljetusjärjestelmä on tietyssä mielessä ristiriitainen käsite. Toisaalta kuljettaminen on välttämätöntä taloudellisen ja yhteiskunnallisen hyvinvoinnin edistämiseksi, mutta toisaalta kuljettamisella on väistämättä negatiivisia vaikutuksia ympäristöön ja ihmisten terveyteen. Kuorma-autot ovat Suomessa osallisena 17 prosentissa kuolemaan johtaneista tieliikenneonnettomuuksista (Tilastokeskus 2010). Tieliikenteen hiilidioksidipäästöistä lähes neljännes aiheutuu kuorma-autoista ja osuus on vielä suurempi pienhiukkaspäästöjen ja typenoksidipäästöjen osalta (LIPASTO 2011). Kestävän kuljetusjärjestelmän edistämisen näkökulmasta tiekuljetusten negatiivisin piirre on ollut se, että tiekuljetusten aiheuttamat hiilidioksidipäästöt ovat kasvaneet. Toisaalta kestävyudessa ei ole kyse vain absoluuttisesta tasosta, vaan myös muutoksen suunnasta – muuttuuko kuljetusjärjestelmä kestävämmäksi (Tapio et al. 2007).

Tiekuljetusten hiilidioksidipäästöjen kasvu suhteutetaan kuitenkin usein kansantalouden kasvuun, jolloin puhutaan tiekuljetusten hiilidioksidi-intensiteetistä, eli siitä, kuinka monta grammaa hiilidioksidia aiheutuu tiekuljetuksista yhtä bruttokansantuotteen euroa kohti ($\text{g CO}_2/\text{€}$). Hiilidioksidi-intensiteetti on kokonaisvaltaisin tiekuljetusten ympäristövaikutusten tunnusluku. Se sisältää monia muutoksia, minkä vuoksi sitä ei usein käytetä sellaisenaan vaan tunnusluku jaetaan ainakin kahteen osaan: kuljetusintensiteettiin ja energiatehokkuuteen.

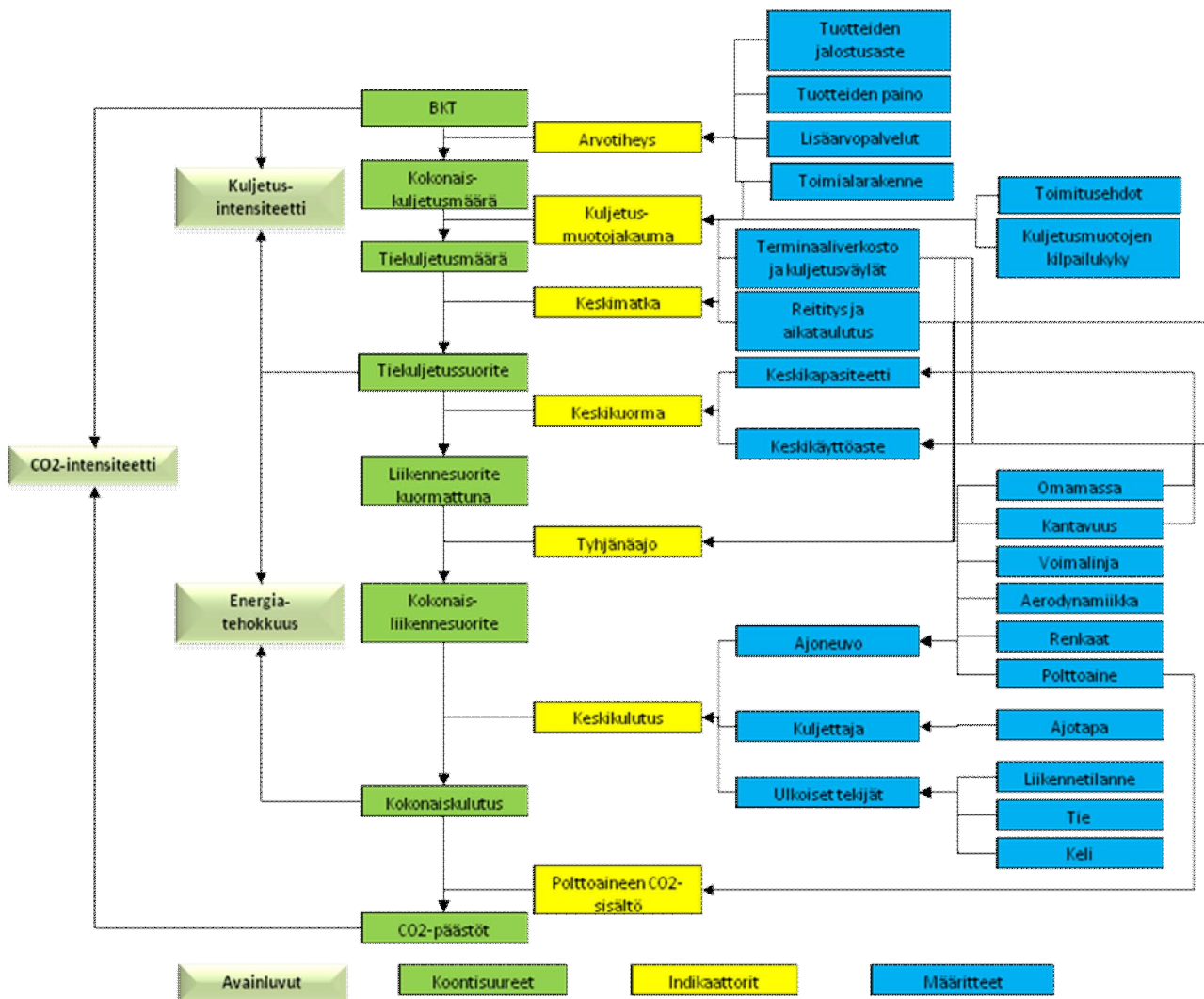
Tiekuljetukset ovat kiinteässä yhteydessä kansantalouteen. Tätä yhteyttä kuvataan tunnusluvulla tiekuljetusintensiteetti, joka kuvaa tiekuljetussuoritteen ja kansantalouden suhdetta ($\text{tkm}/\text{€}$), eli kuinka monta tonnikilometriä tarvitaan tiekuljetuksia yhtä kansantaloudessa tuotettua euroa kohti. Kansantalouden kasvu on johtanut kuljetusten kasvuun ja toisaalta kuljetusten tehostuminen osaltaan mahdollistaa kansantalouden kasvun. Tämän yhteyden on kuitenkin nähty heikentyneen kehittyneissä maissa (Tapio 2005; Kveiborg & Fosgerau 2007; Sorrell et al. 2010). Osasyynä tähän on tuotannon siirtäminen kehittyviin maihin, joka tarkoittaa, että kansainvälisesti tiekuljetusten intensiteetti säilyy entisellään (McKinnon 2007). Kehityksen myötä tehostuneet kuljetukset ovat kuitenkin mahdollistaneet ja kiihdyttäneet tuotannon siirtämistä, ja tehokkaat kuljetukset ovat ympäristön kannalta hyvä asia, mutta ne ovat johtaneet negatiiviseen vastareaktioon, ns. rebound-vaikutukseen (Binswanger 2001), kuljetusetäisyyksien kasvaessa. Talouden ja kuljetusten vuorovaikutuksen tutkimiseksi tarvittaisiinkin tietoa globaaleista kuljetusvirroista, mutta tällaista tietoa ei ole saatavilla. Kansallisella tasolla yhteyttä sen sijaan voidaan tarkastella hyvinkin yksityiskohtaisella tasolla.

Tiekuljetussuoritteen ja energiankulutuksen suhde on puolestaan energiatehokkuus (tkm/kWh), joka kuvaa kuinka tehokkaasti tiekuljetuksissa käytetään energiaa, eli kuinka monta tonnikilometriä saadaan kuljetettua yhdellä kilowattitunnilla energiaa. Tämän tunnusluvun sijaan käytetään toisinaan sen käänteislukua (kWh/tkm), jolloin kyseessä on energaintensiteetti (Kamakate & Schipper 2009). Energian yksikkönä voidaan käyttää myös joulea tai öljykvivalenttia tai energia voidaan korvata hiilidioksidipäästöllä edellyttäen, että hiilidioksidipäästö energiayksikköä kohti on vakio, kuten fossiilista diesel-polttoainetta käytettäessä (Perez-Martinez 2009; Leonardi & Baumgartner 2004). Energiatehokkuudessa on olennaista huomata,

että se koostuu toisaalta kuorma-auton kuljetuskapasiteetin käytön tehokkuudesta eli tyhjänä ajon määrästä ja keskiakuorman suuruudesta ja toisaalta kuorma-auton polttoaineenkulutuksesta eli käytännössä auton teknisten ratkaisujen, liikennetilanteen ja kuljettajan ajotavan määrittämistä asioista.

2.2 Tiekuljetusten arviointikehikko

Kansantalouden, tiekuljetusten ja niiden ympäristövaikutusten arviointiin on vakiintunut arviointikehikko, jonka alun perin kehittivät McKinnon & Woodburn (1996), ja jota sittemmin on kehitetty eteenpäin ja esitetty eri muodoissa (Cooper et al. 1998; REDEFINE 1999; McKinnon 2010). Arviointikehikon perusrakenne on kuitenkin pysynyt samankaltaisena. Tässä tutkimuksessa käytetty arviointikehikko (kuva 2) perustuu edellä mainittuihin, mutta on hieman yksityiskohtaisempi taustalla vaikuttavien määritteiden osalta, mutta toisaalta ympäristövaikutusten rahallinen arvottaminen on jätetty tämän tarkastelun ulkopuolelle.



Kuva 2. Kansantalouden, tiekuljetusten ja niiden ympäristövaikutusten arviointikehikko.

Arviointikehikko jakaa kansantalouden ja tiekuljetusten hiilidioksidipäästöjen yhteyden seitsemään indikaattoriin, joiden muutoksia voidaan analysoida muutosten syiden löytämiseksi. Arviointikehikko kuitenkin yksinkertaistaa tätä yhteyttä ja tuloksia tulkittaessa on otettava huomioon, että indikaattoreiden ja määritteiden välillä on lukuisia palautesilmukoita, joiden kautta yksittäisen määritteen muutos vaikuttaa useaan indikaattoriin. Tässä tutkimuksessa pyritään löytämään tarkat lukuarvot kehikon avainluvuille, koontisuureille ja indikaattoreille. Määrittei-

den osalta pyritään tunnistamaan indikaattoreihin voimakkaimmin vaikuttavat määritteet ja niiden vaikutuksen suunta.

Arviointikehikkoa on mahdollista hyödyntää eri kuljetusmuotojen ympäristövaikutusten arvioinnissa, mutta tässä tutkimuksessa keskitytään tiekuljetuksiin. Kehikkoa tai sen osia voidaan käyttää monella tasolla yksittäisestä kuljetusyrityksestä kansantalouteen ja kansainvälisiin tarkasteluihin. Yleensä tarkastelu tehdään kuitenkin kansallisella tasolla, koska tietoaaineistot ovat yleensä sillä tasolla parhaat (Lehtonen 2008; Tacken et al. 2011). Kansallisella tasollakin tietoaaineistot ovat usein sirpaleisia, koska tavarankuljetuksia mitataan useilla tunnusluvuilla, aineisto voi olla luottamuksellista, tavaroita on hyvin erilaisia ja kuljetusketjussa on monta osapuolta. Tämän vuoksi tiekuljetuksia analysoidessa tulisikin yhdistää tietoja useista lähteistä ja käyttää sekä määrällistä että laadullista aineistoa (van de Riet et al. 2008).

2.3 Tulevaisuudentutkimuksen menetelmät

Arviointikehikkoa on käytetty pääasiassa menneiden muutosten analysoinnissa, mutta sitä on käytetty myös tulevaisuuden ennakkoinnissa. Piecyk (2010) ennakoii kehikon avulla tiekuljetusten hiilidioksidipäästöjen tulevaisuutta Britanniassa yhdistäen siihen tietoa asiantuntijoiden ryhmähaastatteluista, Delfoi-kyselystä ja tilastoanalyysistä. Tulevaisuuden tutkimukseen on olemassa lukuisia erilaisia menetelmiä, joita voidaan käyttää yhtä aikaa ja toisiaan täydentäen. Näitä menetelmiä ovat esimerkiksi trendianalyysit, Delfoi-kyselyt, skenaariot, visiointi ja työpajat. Menetelmiä voidaan jaotella esimerkiksi sen mukaan, soveltuvatko ne ennakkointiin lyhyellä vai pitkällä aikavälillä tai sen mukaan, ovatko ne määrällisiä ja laadullisia. Jotkut menetelmät, kuten skenaariot, ovat vakiintuneet yläkäsitteiksi, ja nämä voivat myös sateenvarjo-maisesti yhdistää useilla menetelmillä tuotettuja tietoja (Banister et al. 2008).

Useiden menetelmien käyttö on suositeltavaa tulevaisuuden ennakkoinnissa. Tässä tutkimuksessa tutkimusmenetelmien valintaa ohjaa toisaalta tarkasteltava aikaväli, vuodet 2016 ja 2030, ja toisaalta aiemmat tutkimukset, erityisesti Piecykin ennakkointityö Britanniassa. Näiden lisäksi myös saatavissa oleva aineisto ohjaa valintoja. Lyhyemmän aikavälin ennakkointi voidaan tehdä myös menneen kehityksen jatkumona, ja olettaa, että suuria muutoksia tiekuljetusjärjestelmässä ei tänä aikana ehdi tapahtua. Näin ollen tilastolliset menetelmät, kuten trendiekstrapolointi ovat käyttökelpoisia, joskin niiden tulokset kuvaavat business-as-usual –kehitystä eivätkä ota huomioon mahdollisesti nopeitakin markkina-, politiikka- ja teknologiamuutoksia. Nyrkkisääntönä pidetään, että historiatietoa tulee olla vähintään kaksi kertaa pidemmältä ajalta kuin ekstrapoloitava ajanjakso on (May 1996). Suomessa on saatavilla yhtenäinen aikasarja Tilastokeskuksen Tieliikenteen tavarankuljetustilaston aineistoa vuodesta 1995 vuoteen 2010, joten tätä voidaan käyttää tulevaisuuden ennakkointiin vuoteen 2016, mutta nyrkkisääntönsä perusteella ei juuri sen pidemmän ajan ennakkointiin. Ekstrapoloinnissa oletetaan, että määritteet vaikuttavat indikaattoreihin ja koontisuureisiin samaan tapaan kuin aiemminkin ja indikaattoreiden muutos jatkuu vuosien 1995–2010 trendin mukaisesti. Pidemmällä aikavälillä, eli vuoteen 2030, ei ole mielekästä tehdä tällaista oletusta, joten ennakkoinnissa on järkevää käyttää muita menetelmiä.

Tieliikenteen tavarankuljetustilaston tiedot eivät kuitenkaan sisällä tietoa useimmista kuvassa 2 esitetyn arviointikehikon määritteistä, minkä vuoksi syvällisemmän ymmärryksen hankkimiseksi tarvitaan muita menetelmiä. Tilasto ei myöskään itsessään sisällä suoraa tietoa energiankulutuksesta, vaan lisäsimme tätä koskevan laskennan itse aineistoon luvussa 4 kuvatulla tavalla. Täydennämme tilastotietoa kuljetusyrityksille suunnatun kyselyn määrällisellä ja laadullisella tiedolla. Yrityskysely antaa myös tulevaisuutta koskevaa tietoa siitä, kuinka todennäköisenä yritykset pitävät energiatehokkuustoimenpiteiden käyttöä vuonna 2016, joten sen avulla voidaan tarkastella tilastollisten ennusteiden luotettavuutta. Pidemmän aikavälin ennakkointiin yrityskysely ei anna tietoja, mutta kyselyyn vastanneille annettiin mahdollisuus osallistua halutessaan myös Delfoi-kyselyyn ja neljä vastaajaa käytti tätä mahdollisuutta.

Delfoi-menetelmä on systemaattinen tapa kerätä asiantuntijoiden määrällisiä ja/tai laadullisia näkemyksiä tulevaisuuden ennakoimiseksi. Menetelmän erityispiirteet ovat (1) laajaa asiantuntemusta edustavan paneelin näkemysten kerääminen anonyymisti (2) kahden tai useamman

iteratiivisen kyselykierroksen avulla antaen palautetta vastaajille edellisen kierroksen tuloksista (Piecyk 2010; Loo 2002; Linstone & Turoff 1975). Delfoi-menetelmä on erityisen hyödyllinen silloin, kun numeerista dataa kiinnostuksen kohteesta ei ole, alalla odotetaan intuitiivisesti muutosta, asiantuntijat ovat fyysisesti kaukana toisistaan tai alan tulevaisuudenvisiot ovat vain muutamien vahvan henkilön tai organisaation tuottamia (Rotondi & Gustafsson 1996; Ziglio 1996). Delfoi-paneeliin kutsuttiin halukkaiden kuljetusyrittäjien lisäksi työpajatyöskentelyyn osallistuneet asiantuntijat, jolloin tutkimuksen eri vaiheiden välillä säilyi kiinteä yhteys. Asiantuntijoita pyrittiin myös näin motivoimaan osallistumaan, kun he näkivät tulokset tutkimuksen eri vaiheista ja pystyivät vaikuttamaan tutkimukseen koko prosessin ajan. Delfoi-kyselyn vastauksia käytetään erityisesti pitkän aikavälin ennakkointiin, mutta myös lyhyen aikavälin ennakkoinnissa ne tarjoavat vaihtoehtoisen kehityskulun trendiennusteiden lisäksi. Delfoi-kysely antaa myös arvokasta laadullista tietoa niin menneen kuin tulevaisuuden kehityksen taustalla vaikuttavista tekijöistä – sellaisistakin, joista tutkijalla ei ole ennakkotietoa.

Tutkimuksessa käytetään useita tulevaisuudentutkimuksen menetelmiä, joille yhteisen pohjan luo tilastollinen analyysi, jolla kuvassa 2 esitetyn arviointikehikon tunnusluvuille saadaan numeerinen arvo vuosille 1995–2010. Näiden arvojen pohjalta tehdään tilastolliset ennusteet tulevaisuuteen ja nuo arvot ovat taustatietoa Delfoi-panelisteille heidän tulevaisuusarvioissaan. Myös vaihtoehtoiset tulevaisuudet esitetään arviointikehikon tunnuslukujen kautta. Vaihtoehtoiset tulevaisuudet voidaan luoda monilla tavoin. Tulevaisuuskuvat voidaan muodostaa yhden menetelmän tuloksista sellaisenaan tai ne voidaan yhdistellä useamman menetelmän tuloksista tulevaisuustaulukon kautta skenaarioiksi. Skenaarioihin voidaan yhdistellä tiekuljetusalan sidosryhmien toimenpiteitä, joiden myötä skenaario voisi toteutua ja näin muodostetaan uskottavia skenaarioita, jotka peilaavat konkreettisesti sidosryhmien päätösten vaikutusta. Tällaiset skenaariot voivat auttaa päätöksentekijöitä näkemään päätöstensä mahdolliset seuraukset ja vaikuttavat näin tiekuljetusalan energiatehokkuuden ja hiilidioksidipäästöjen tulevaisuuteen.

3. Yrityskysely

Kuten johdannossa todettiin, Suomessa on solmittu tavarankuljetusten ja logistiikan energiatehokkuussopimus 2008–2016. Sopijaosapuolina ovat liikenne- ja viestintäministeriö, ympäristöministeriö, työ- ja elinkeinoministeriö, Suomen kuljetus ja logistiikka SKAL ry, Logistiikkayritysten Liitto ry ja VR Osakeyhtiö. Sopijaosapuolet sitoutuivat edistämään energiatehokkuuden tutkimus ja kehitystoimintaa sekä kouluttamaan ja tiedottamaan energiatehokkuuteen liittyviä asioita kuljetusyrityksille. Sopimuksen tavoitteena on saavuttaa kansallisella tasolla *"9 prosentin energiansäästö verrattuna vuosien 2001–2005 keskimääräiseen energiankulutukseen, jos kuljetussuorite (tonnikilometrit) on pysynyt vuoden 2008 tasolla"*. Kuljetusyrityksille sopimukseen liittyminen on vapaaehtoista, mutta tavoitteena on että 60 % alan yrityksistä tai luvanvaraisessa liikenteessä olevista kuorma-autoista on sopimuksen piirissä vuonna 2016. Sopimukseen liittyvä yritys sitoutuu energiatehokkuutensa jatkuvaan parantamiseen, energiankulutus- ja suoritustietojen raportointiin kansalliseen seurantajärjestelmään (PIHI-seurantajärjestelmä). Yrityksen tulee mahdollisuuksien mukaan ottaa myös käyttöön ympäristöasioiden hallintajärjestelmä, jos sillä ei sellaista jo ole. (Motiva 2008.)

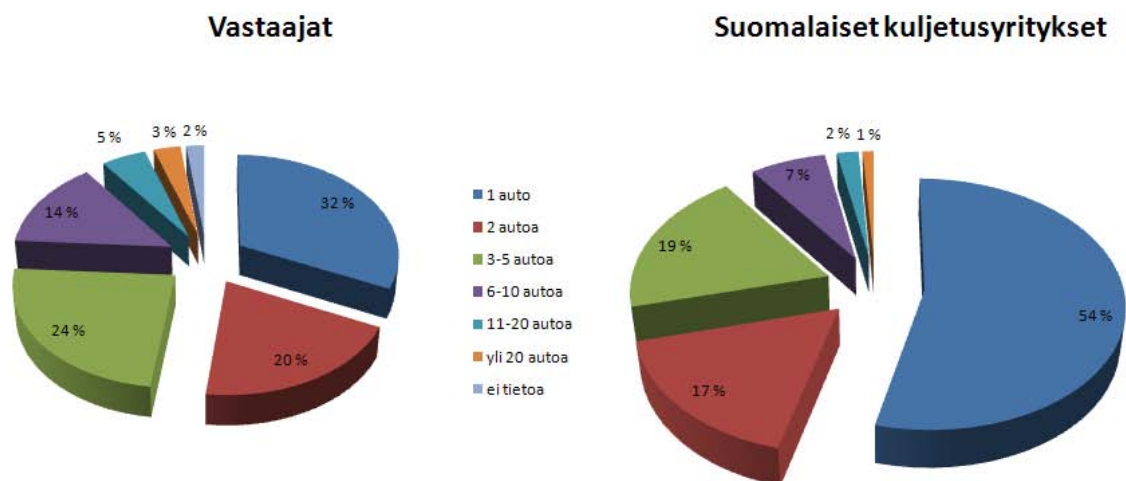
Tällä hetkellä energiatehokkuussopimukseen on liittynyt noin 680 yritystä jotka liikennöivät 3400 kuorma-autolla (Jääskeläinen 2011; Motiva 2011). Suomessa on noin 11000 kuorma-autoliikennettä harjoittavaa yritystä, joten sopimukseen on liittynyt noin 6 % yrityksistä, eli kymmenesosa tavoitellusta määrästä (Tilastokeskus 2011a). Luvanvaraiseen liikenteeseen rekisteröityä kuorma-autoja on noin 36 000, joten kuorma-autojen määrällä mitattuna energiatehokkuussopimuksen kattavuus on noin 9 %. Yrityskyselyn tavoitteena onkin osaltaan antaa sopijaosapuolille välineitä energiatehokkaiden toimintatapojen ja energiatehokkuussopimuksen edistämiseen. Kyselyllä pyrittiin vastaamaan seuraaviin kysymyksiin:

- Kuinka kuljetusyritykset seuraavat energiatehokkuuttaan?
- Mitä toimenpiteitä yritykset käyttävät energiatehokkuuden parantamiseksi?
- Mikä motivoi yrityksiä energiatehokkuuden kehittämiseen?
- Kuinka energiatehokkuussopimus koetaan yrityksissä?
- Miten yritykset näkevät energiatehokkuuden kehittyvän tulevaisuudessa?

Suomalaisten yritysten vastauksia verrattiin Saksassa isoille yrityksille (Tacken et al. 2011) ja Iso-Britanniassa pienille yrityksille (AECOM 2010) tehtyjen kyselyjen vastauksiin aina kun mahdollista.

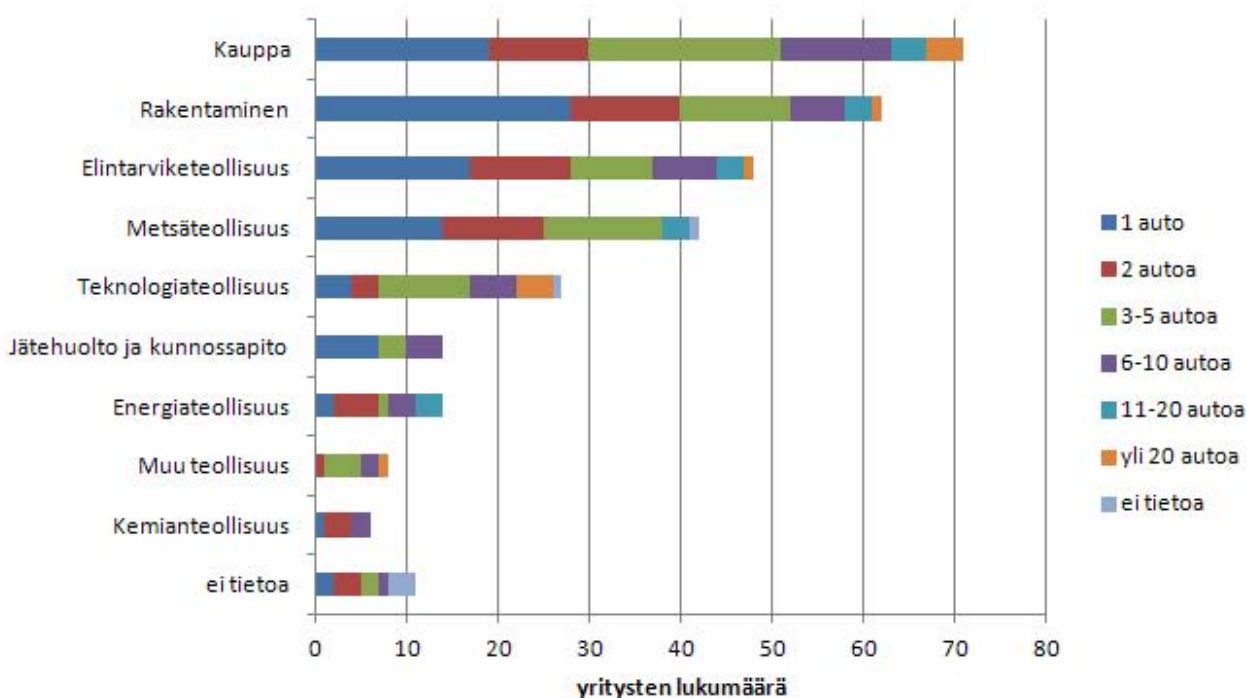
3.1 Vastajaajat

Kysely toteutettiin 21.3.–4.4.2011 Webropol-ohjelmalla Internet-kyselynä. Kyselyn kohderyhmänä olivat Suomen kuljetus ja logistiikka SKAL ry:n jäsenyritykset, joita on noin 6600 (SKAL 2010). Vastajaajiksi valittiin ne jäsenyritykset, joille oli tiedossa yhteyshenkilön sähköpostiosoite. Näitä yrityksiä oli 3174 ja yhteyshenkilöille lähetettiin 21.3. kutsu vastata kyselyyn. Muistutusviestit lähetettiin 24.3. ja 30.3. Hyväksyttyjä vastauksia saatiin lopulta 295 yritykseltä eli vastausprosentti oli 9,3 %. Vastanneiden yritysten ja vertailun vuoksi suomalaisten kuljetusyritysten kokojakauma on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. Vastaajien ja suomalaisten kuljetusyritysten kokojakauma (SKAL 2011a).

Yhden auton kuljetusyritykset ovat aliedustettuina vastaajien joukossa ja suurimmat yritykset vastaavasti yliedustettuina. Emme kuitenkaan tulosten käsittelyssä painota erikokoisten yritysten vastauksia vastaamaan suomalaisten yritysten kokojakaumaa, mikä on otettava huomioon tuloksia tulkittaessa. Kyselyssä yrityksiä pyydettiin myös valitsemaan, minkä toimialan kuljetuksia ne pääasiassa tekevät (kuva 4).



Kuva 4. Vastanneiden yritysten pääasiallisesti palvelema toimiala.

Teknologia- ja kemianteollisuutta sekä muuta teollisuutta palvelevat vastaajat ovat pääasiassa suurempia kuljetusyrityksiä kuin esimerkiksi rakentamista palvelevat vastaajat, joilla on pääosin 1 tai 2 kuorma-autoa.

3.2 Energiatehokkuuden mittaaminen

Vastaajat ovat pääosin aktiivisia polttoaineenkulutuksen mittaamisen ja johtamisen suhteen. Noin 60 % yrityksistä on asettanut tavoitteita polttoaineenkulutuksen pienentämiseksi, mutta

13 % ei aktiivisesti seuraa polttoaineenkulutustaan. Vaikka 13 % ei ole suuri osuus, on yllättävää, että jotkut yritykset eivät aktiivisesti seuraa kulutusta. Polttoaine on kuitenkin kuljetusyrityksen toiseksi suurin kustannuserä ja sen osuus on noin 23 % kokonaiskustannuksista (SKAL 2011b). Suomalaisten kuljetusyrittäjien tulokset ovat samankaltaisia kuin brittiläisten yritysten, joista 50 % on asettanut tavoitteita kulutuksen pienentämiseksi ja 72 % seuraa toiminnan avaintunnuslukuja, joista polttoaineenkulutus on yksi (AECOM 2010). Brittiläiset yritykset, jotka eivät näin tee, mainitsivat syiksi ajan, henkilöstön tai osaamisen puutteet sekä liian korkeat kustannukset. Samat syyt löytyvät luultavasti myös suomalaisten yrittäjien epäaktiivisuuden taustalta.

3.2.1 Mittaamisen aktiivisuus ja yrityskoko

Polttoaineenkulutuksen mittaamisen aktiivisuuden ja epäaktiivisuuden analysoimiseksi jaotimme yritykset kahteen luokkaan. Aktiiviset yritykset ovat asettaneet tavoitteita polttoaineenkulutuksen pienentämiseksi ja ne seuraavat polttoaineenkulutusta. 166 yritystä 295 vastaajasta kuuluu aktiivisten yritysten joukkoon ja loput 129 yritystä siis ei-aktiivisten joukkoon. Aktiivisuuden ja yrityskoon välillä on selvä yhteys, kuten taulukosta 1 nähdään.

Taulukko 1. Mittaamisen aktiivisuus ja yrityskoko. n=vastaajamäärä, ka.=keskiarvo, kh.=keskihajonta, t-testi=tilastollista luotettavuutta kuvaava testi.

Asettaneet tavoitteita ja mittaavat aktiivisesti polttoaineenkulutusta?	n	ka.	kh.	t-testi merkitsevyys
Kuinka monella kuorma-autolla liikennöitte?	Kyllä 161 Ei 128	6,3 3,5	11,9 3,69	p<0,01
Kuinka monta työntekijää yrityksessänne on?	Kyllä 161 Ei 129	11,4 6,2	23,4 7,88	p<0,01
Mikä on yrityksenne liikevaihto? (miljoonaa euroa)	Kyllä 156 Ei 122	1,5 0,9	3,44 1,54	p<0,05
Mikä osuus liikevaihdostanne tulee suurimmalta asiakkaaltanne? (%)	Kyllä 158 Ei 126	65,3 65,8	30,4 30,4	ei

Vastausten perusteella suuremmat yritykset ovat pienempiä aktiivisempia polttoaineenkulutuksen mittaamisen suhteen. Ero on tilastollisesti merkitsevä kuorma-autojen ja työntekijöiden lukumäärän ja liikevaihdon suhteen. Sen sijaan kuljetusyrityksen suurimman asiakkaan osuus yrityksen liikevaihdosta ei ole merkitsevä tekijä yrityksen aktiivisuuden suhteen, mikä antaa viitteitä siitä, etteivät kuljetusyritysten asiakkaat välttämättä edellytä ko. aktiivisuutta.

3.2.2 Polttoaineenkulutuksen mittaustapa ja -tarkkuus

Suurin osa vastaajista seuraa polttoaineenkulutustaan perinteisin menetelmin. 44 % vastaajista kerää tiedot tankkauksen yhteydessä ”kynä ja paperi” -menetelmällä ja pitää kulutuslukeumat paperilla. Vastaajista 27 % puolestaan vie tankkausten yhteydessä käsin kerätyt tiedot tietokoneelle. Automaattista kulutusseurantaa tankkausten yhteydessä käyttää 6,5 % vastaajista ja 9,6 % käyttää jatkuvan kulutusseurannan mahdollistavia telematiikkajärjestelmiä. Mittaustavat ovat samankaltaisia myös muissa maissa. Vain yksi kahdeksasta brittiläisestä kuljetusyrittäjästä käytti automaattista kulutusseurantaa tankkausten yhteydessä kun muut luottivat yksinkertaiseen taulukkolaskentatiedostoon (AECOM 2010). Saksalaisista suurista kuljetusyrityksistäkin vain yksi kymmenestä käytti ajoneuvotietokoneisiin perustuvaa jatkuvaa seurantaa (Tacken et al. 2011). Tulokset kuvaavat uuden teknologian hidasta yleistymistä kuljetusalalla. Tämä voi myös olla yksi syy, jonka vuoksi energiatehokkuussopimukseen liittymisen kynnys on korkea kuljetusyrityksissä, koska koko järjestelmä on Internet-pohjainen ja vaatii kulutus- ja suoritustietojen syöttämistä sähköisesti. Kyselyn perusteella voidaan todeta, että paperilla olevien kulutustietojen syöttämiseen PIHI-seurantajärjestelmään tulisi antaa mahdollisuus ja kouluttaa sopimukseen liittyviä yrityksiä järjestelmän käyttämiseen.

Mittaustarkkuuden suhteen useimmat (78 %) vastaajat pysyvät luontevalla yksittäisen auton tasolla. Noin kolmannes vastaajista seuraa kulutusta myös kuljettajakohtaisesti. Seuranta tehdään yleensä kuukausitasolla, mutta viidennes vastaajista seuraa kulutusta viikoittain ja jotkut jopa päivittäin. PIHI-järjestelmään raportointi suositellaan tehtäväksi kuukausittain ja jokaiselta autolta erikseen, joten useimmilla yrityksillä on edellytykset riittävän tiedon tuottamiseksi.

PIHI-järjestelmään voi syöttää myös tonnikilometritietoa, mutta tämän suhteen vastaajilla ei ole riittäviä edellytyksiä. Vain 11 % yrityksistä ilmoitti mittaavansa tonnikilometrejä, mutta tämäkin voi olla liian optimistinen arvio, koska vain 8 % yrityksistä antoi ”järkevä” tonnikilometrilukeman vuosittaisen liikenne- ja kuljetussuoritteesta sekä polttoaineenkulutusta kysyttäessä. Järkeväksi annettu tonnikilometrilukema luokiteltiin, jos se lastatuilla kilometreillä jaettuna keskimääräiseksi kuormaksi tuli 1-50 tonnia. Tonnikilometritiedon puute vaikeuttaa energiatehokkuuden tason arviointia, koska sitä varten tarvitaan tietoa sekä kuljetussuoritteesta että polttoaineenkulutuksesta. Jos PIHI-järjestelmästä ei saada tietoa kuljetussuoritteesta, tieto joudutaan tuottamaan Tieliikenteen tavarankuljetustilastosta ja energiatehokkuusarvion luotettavuus heikkenee useiden lähteiden tietoa yhdistettäessä.

3.2.3 Polttoaineenkulutuksen nykytaso

Vastaajilta pyydettiin tietoa vuosittaisesta polttoaineenkulutuksesta, liikennesuoritteesta ja tyhjänä ajon osuudesta. Vastausten pohjalta pystyttiin määrittämään toimialoitteiset keskilukutukset ja tyhjänä ajon osuudet (taulukko 2).

Taulukko 2. Keskimääräinen polttoaineenkulutus ja tyhjänä ajon osuus toimialoitteittain.

	Vastaajien lukumäärä	Polttoaineenkulutus [l/100km]	Tyhjänä ajo [% kokonaisliikennesuoritteesta]
Metsäteollisuus	42	51,1	38 %
Energiäteollisuus	14	43,4	40 %
Rakentaminen	62	42,4	40 %
Kemianteollisuus	6	40,7	28 %
Jätehuolto ja kunnossapito	14	40,6	34 %
Elintarviketeollisuus	48	37,7	23 %
Teknolוגiateollisuus	19	35,1	22 %
Kauppa	71	33,5	15 %
Muu teollisuus	8	33,3	19 %
Ei tietoa	11	30,4	17 %
Yhteensä	295	39,6	28 %

Toimialojen kesken on nähtävissä selkeitä eroja polttoaineenkulutuksen ja tyhjänä ajon määrässä. Yleisesti sekä kulutus että tyhjänä ajo ovat korkeammalla tasolla massatavaraa kuljetettavilla toimialoilla kuin kappaletavaraa kuljetettavilla. Kyselyn perusteella saatuja lukemia hyödynnetään tilastoanalyysin pohjalta saatujen lukemien luotettavuuden arvioinnissa luvussa 4.

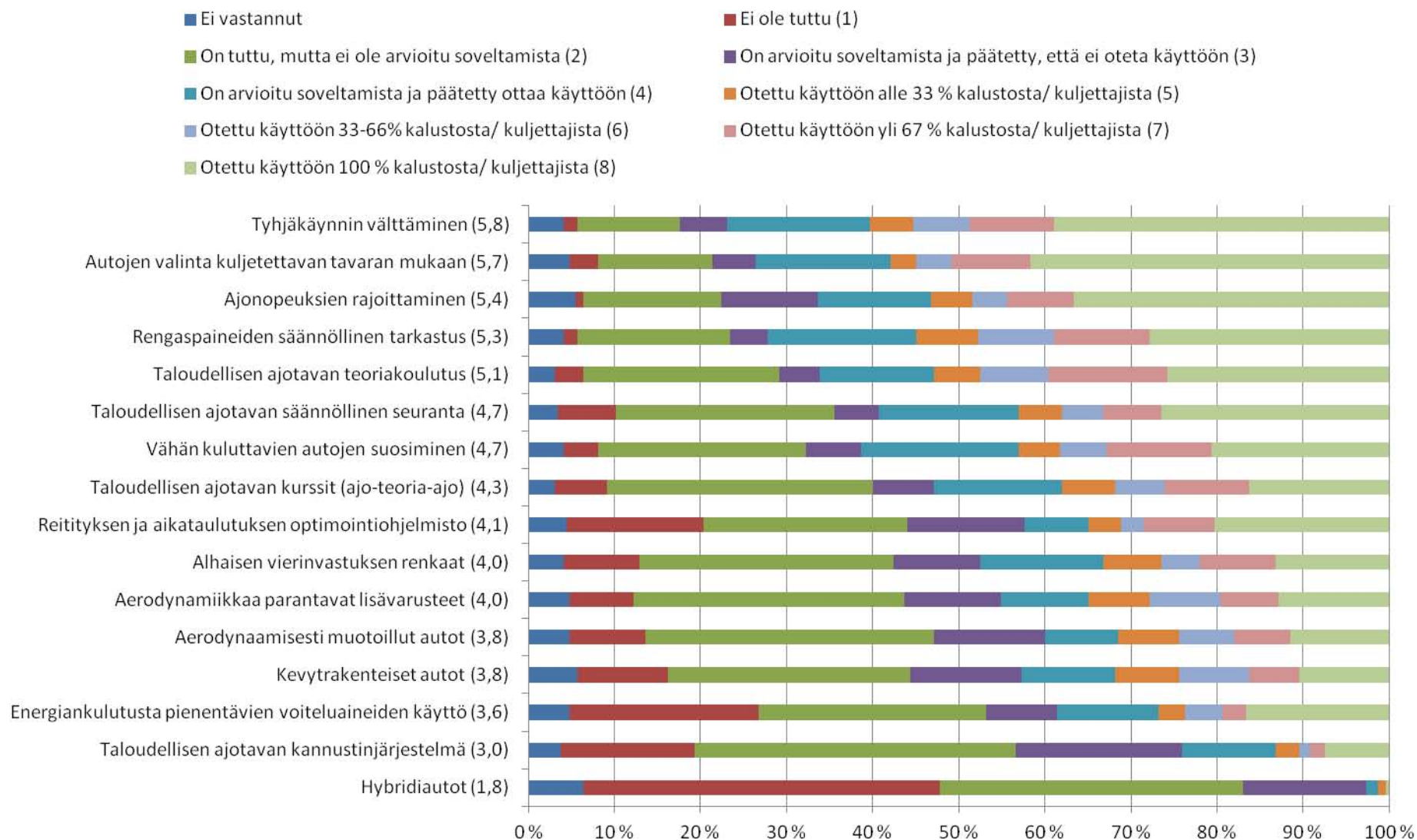
3.3 Energiatehokkuustoimenpiteet

Vastaajille annettiin 16 energiatehokkuustoimenpiteen lista ja pyydettiin arvioimaan tiedon tai käytön tasoaan kunkin toimenpiteen osalta. Vastaukset on esitetty kuvassa 5. Vastaajat ovat hyvin tietoisia energiatehokkuustoimenpiteistä. Vastaajien, joille toimenpide ei ollut tuttu, osuus on alle 10 % tarkasteltujen yhdentoista toimenpiteen kohdalla. Suomalaisten yrittäjien vastaukset ovat jälleen samankaltaisia brittiläisten pienten kuljetusyritysten näkemysten kanssa. Useimmat brittiläisistä yrittäjistä ilmoittivat olevansa hyvällä tietotasolla, mutta teknisten toimenpiteiden suhteen brittiläiset yrittäjät kokivat epävarmuutta (AECOM 2010). Esimerkiksi reitityksen ja aikataulutuksen optimointiohjelmistoa käyttää 15 % brittiläisistä yrityksistä, kun osuus on 20–30 % suomalaisten yritysten keskuudessa. Ero käytön yleisyydessä voi selittyä

vastaajien yrityskoon eroilla, koska saksalaisista suurista kuljetusyrityksistä 8 kymmenestä käyttää optimointiohjelmistoa (Tacken et al. 2011).

Vaikka vastaajat ovat hyvin tietoisia useimmista toimenpiteistä, niiden hyödyntämisen arviointi koetaan vastausten perusteella vaikeaksi. Tämä voi kertoa siitä, että yrityksillä ei ole tarpeeksi tietoa toimenpiteistä, jotta ne voisivat tehdä riittävän hyöty-kustannusanalyysin toimenpiteestä. Voi myös olla, että yrityksellä ei ole resursseja näin moneen toimenpiteeseen perehtymiseen, vaan ne keskittyvät vain muutamaan helpoimmin sovellettavaan toimenpiteeseen. Jos toimenpiteen soveltamista on arvioitu, se on useimmiten myös otettu käyttöön. Soveltamista arvioineiden ja kielteisen päätöksen käyttöönotosta tehneiden yritysten osuus on melko pieni useimpien toimenpiteiden kohdalla. Oikeastaan vain taloudellisen ajotavan kannustinjärjestelmien osalta monet soveltamista arvioineet ovat päätyneet kielteiseen päätökseen. Monissa yrityksissä energiatehokkuustoimenpiteiden käyttöönotto on vielä kesken, vaikka päätös käyttöönotosta on tehty.

Jokaisen listatun toimenpiteen kohdalla polttoaineenkulutuksen mittaamisen osalta aktiiviset yritykset (luku 3.2.1) ovat loogisesti ottaneet käyttöön toimenpiteitä tai tuntevat niitä epäaktiivisia useammin. Ainoastaan hybridiautojen kohdalla ero aktiivisten ja vähemmän aktiivisten välillä ei ole merkitsevä. Jo energiatehokkuuden mittaaminen ja sitä koskevien tavoitteiden asettaminen siis kertoo, että yritys tekee muutenkin työtä energiatehokkuuden kehittämiseksi. Kuljetuspalvelujen tilaajien olisikin syytä ottaa tämä huomioon palveluja hankkiessaan.



Kuva 5. Energiatohokkuustoimenpiteiden tiedon ja käytön taso. Toimenpiteen perässä esitetty luku kuvaa vastausten keskiarvoa, kun numerointi on asteikolla 1-8 selitteessä kuvatulla tavalla.

3.3.1 Energiatehokkuustoimenpiteiden käytön esteet

Vastaajat ovat ottaneet käyttöön erityisesti helppoja ja halpoja energiatehokkuustoimenpiteitä. Esimerkiksi tyhjäkäynnin välttäminen, ajonopeuden rajoittaminen ja renkaiden ilmanpaineen säännöllinen tarkastus eivät vaadi investointeja, mutta voivat tuottaa merkittäviä kustannussäästöjä. Auton valinta kuljetettavan tavarahan mukaan on myös normaalia toimintaa, jos yrityksessä on käytettävissä useampia eri kokoluokan autoja. Sen sijaan toimenpiteet, jotka vaativat alkuinvestointeja eivät ole laajasti käytössä. Kevytrakenteisen ja aerodynaamisesti muotoillun auton hankintahinta voi olla korkeampi kuin tavallisen auton, ja yrityksellä ei välttämättä ole taloudellisia resursseja korkeampiin investointikustannuksiin, vaikka tällainen auto toisi kustannussäästöjä myöhemmin. Kevytrakenteisten autojen osalta suomalaisilla yrityksillä on 60 tonnin maksimipainorajan vuoksi ehkä vähemmän tarvetta kantavuuden lisäämiseen kuin muilla Euroopan mailla. Saksalaisia kuljetusyrityksiä tarkastelleessa tutkimuksessa havaittiin, että kevytrakenteisiä autoja ei käytä yksikään tutkittu suuri kuljetusyritys, ja vain muutamat käyttävät aerodynaamista muotoilua tai lisävarusteita tai alhaisen vierinvastuksen renkaita (Tacken et al. 2011).

Renkaita ja öljyä on markkinoilla tarjolla todella suuri valikoima, mikä voi osaltaan selittää niiden energiatehokkaiden versioiden vähäistä käyttöä. Kuljetusyrityksillä ei vain ole riittävästi luotettavaa riippumatonta tietoa eri renkaiden tai öljyjen vaikutuksesta polttoaineenkulutukseen. Energiatehokkuussopimus ja PIHI-järjestelmä voisivat auttaa tähän ongelmaan. Järjestelmän kautta voitaisiin levittää riippumatonta tietoa öljyjen, renkaiden ja muiden polttoaineenkulutusta pienentävien varaosien ja lisävarusteiden vaikutuksista. Liikenne- ja viestintäministeriö voisi käynnistää toiminnan, jossa varusteiden valmistajat voisivat antaa tuotteensa testattavaksi riippumattomalle tutkimuslaitokselle, joka tutkisi tuotteen todelliset vaikutukset. Testin perusteella polttoaineenkulutusta pienentäviä tuotteita voisi sitten mainostaa PIHI-järjestelmän kautta.

Taloudellisen ajotavan koulutus on nykyään pakollista ammattikuljettajille osana ammatinvalvontadirektiivin (2003/59/EY) edellyttämää koulutusta. Tulokset kuitenkin osoittavat, että kaikissa vastanneissa yrityksissä ei kuitenkaan ole vielä käytetty taloudellisen ajon koulutusta. Monet yritykset ovat koulutuksen lisäksi ottaneet käyttöön myös taloudellisen ajotavan säännöllisen seurannan, jonka avulla koulutuksen vaikutuksia voidaan ylläpitää myös pidemmällä aikavälillä. Taloudellisen ajotavan kannustinjärjestelmiä on kuitenkin vielä vähän käytössä, mikä johtunee esimerkiksi tietämättömyydestä, järjestelmän kustannuksista ja tällaisten järjestelmien oikeudenmukaisuuden varmistamisen haasteellisuudesta vaihtelevien kuljetustehtävien vuoksi (Liimatainen 2011). Kehittyneen kannustinjärjestelmän kehittämisessä tarvitaan myös usein polttoaineenkulutuksen seurantaa telematiikan avulla, joten järjestelmä voi vaatia investointeja. Kannustinjärjestelmä ei myöskään luonnollisesti toimi vain muutaman työntekijän yrityksissä. Esimerkiksi saksalaisista suurista kuljetusyrityksistä 9 kymmenestä käyttää taloudellisen ajotavan koulutuksia ja 3 kymmenestä käyttää kannustinjärjestelmää (Tacken et al. 2011). Telematiikan avulla polttoaineenkulutusta seuraa kuitenkin vain yksi näistä kolmesta yrityksestä, joten kannustinjärjestelmää voidaan käyttää myös ilman laiteinvestointeja.

3.3.2 Energiatehokkuustoimenpiteiden tavoitteet ja vaikutukset

Vastaajilta kysyttiin myös mikä on ollut energiatehokkuustoimenpiteiden toteuttamisen ensisijainen tavoite. Useimmin ensisijaiseksi tavoitteeksi mainittiin kustannusten pienentäminen, jonka valitsi 82 % vastaajista. Toiseksi useimmin ensisijaiseksi valittiin hieman yllättäen ympäristön huomioon ottaminen, jonka valitsi 9 % vastaajista, eli huomattavasti useampi kuin asiakkaan vaatimukseen vastaamisen (4 %) tai yrityksen imagon parantamisen (3 %). ”Pehmeitä” ympäristöarvojakin siis löytyy kovasti kilpaillulta kuljetusalalta.

Esitetyn 16 energiatehokkuustoimenpiteen lisäksi yritykset mainitsivat käyttävänsä joi-
tain muitakin keinoja. Paluukuljetusten lisäämisen mainitsi moni vastaaja, kuten myös
moottorin esilämmittämisen talvella. Energiatehokkuustoimenpiteiden vaikutuksista arvi-
on antoi kuitenkin harva vastaaja ja yritykset huomauttivat, että he eivät ole voineet
tarkasti arvioida toimenpiteiden vaikutuksia lähinnä kuljetustehtävien vaihtelevuuden
vuoksi. Yritykset, jotka pystyivät arvioimaan toimenpiteiden vaikutuksia, arvioivat tyypil-
lisesti pienentäneensä polttoaineenkulutustaan 5–15 %. Jotkut yritykset mainitsivat
myös turvallisuuden parantuneen. Vastaajien tekemien energiatehokkuustoimenpiteiden
vaikutuksia voidaan yleisellä tasolla arvioida eri toimenpiteille arvioitujen tyypillisten
säästöjen ja toimenpiteen yleisyyden avulla (taulukko 3).

Taulukko 3. Arvio energiatehokkuustoimenpiteillä saavutetuista polttoaineen
säästöistä. Alleviivatut tyypilliset säästöprosentit ovat tutkijoiden tässä hank-
keessa tekemiä arvioita, muut perustuvat lähteeseen DFT 2010.

	Tyypillinen	Käyttöaste	Kokonais-
	säästö	vastaajien	säästö
		autoissa	
Energiatehokkuustoimenpide			
Auton valinta kuljetettavan tavarahan mukaan	<u>10 %</u>	62 %	6,2 %
Reitityksen ja aikataulutuksen optimointiohjelmisto	8 %	38 %	3,0 %
Aerodynaamisesti muotoillut autot	<u>8 %</u>	33 %	2,7 %
Alhaisen kulutuksen autojen hankinta	<u>5 %</u>	46 %	2,3 %
Ajoneuvojen rajoittaminen	<u>5 %</u>	45 %	2,3 %
Aerodynaamiikkaa parantavat lisävarusteet	<u>8 %</u>	27 %	2,1 %
Taloudellisen ajotavan kurssit	<u>5 %</u>	40 %	2,0 %
Taloudellisen ajotavan säännöllinen seuranta	4 %	39 %	1,6 %
Kevytrakenteiset autot	<u>5 %</u>	30 %	1,5 %
Tyhjäkäynnin välttäminen	2 %	60 %	1,2 %
Taloudellisen ajotavan teoriakoulutus	<u>2 %</u>	54 %	1,1 %
Alhaisen virinvastuksen renkaat	3 %	35 %	1,1 %
Taloudellisen ajotavan kannustinjärjestelmä	<u>8 %</u>	10 %	0,8 %
Energiatehokkuutta parantavat voiteluaineet	2 %	37 %	0,7 %
Rengaspaineiden säännöllinen seuranta	1 %	50 %	0,5 %
Hybridiautot	<u>15 %</u>	0,4 %	0,1 %
		Yhteensä	26 %

Taulukossa esitetyn arvion mukaan yrityskyselyn vastaajat kuluttavat 26 % vähemmän
polttoainetta kuin ne kuluttaisivat ilman energiatehokkuustoimenpiteitä. Vastaajien il-
moittamien vuosikulutusten perusteella tämä tarkoittaa noin 17 miljoonaa litraa vuodes-
sa ja 44 tuhatta tonnia hiilidioksidipäästöjä. Vastaajien ilmoittama autojen lukumäärä oli
1459 autoa, mikä on noin 4 % luvanvaraiseen liikenteeseen rekisteröityjen kuorma-
autojen määrästä. Jos kaikki luvanvaraiseen liikenteeseen rekisteröityt kuorma-autot
käyttäisivät energiatehokkuustoimenpiteitä yhtä laajasti kuin vastaajat, polttoainetta
säästyisi Suomen tasolla yli 400 miljoonaa litraa vuodessa ja hiilidioksidipäästöjä yli mil-
joona tonnia vuodessa. Arvio on viitteellinen, koska toimenpiteiden säästöprosentit eivät
välttämättä pidä paikkaansa juuri vastaajien kalustossa, vaan saavutettu säästö vaihte-
lee yritysten välillä. Vastaamatta jättäneet yritykset voivat myös olla vähemmän kiinnos-
tuneita energiatehokkuudesta ja siten käyttää vähemmän energiatehokkuustoimenpiteitä
kuin vastanneet yritykset. Useiden toimenpiteiden samanaikaisella käytöllä voi myös olla
ristivaikutuksia, jotka heikentävät niiden yhteisvaikutusta oletetusta. Jokaisen yrityksen
polttoaineenkulutuksen lähtötaso vaikuttaa myös toimenpiteillä saavutettaviin säästöihin.

On myös mahdollista, että vastaajat ovat tulkinneet toimenpiteet eri tavalla kuin tutkijat tai DfT (2010) on tarkoittanut ja toimenpidettä ei varsinaisesti käytetä yrityksessä.

3.4 Kuljetusasiakkaiden odotukset

Monet vastaajista ovat hyvin riippuvaisia yhden asiakkaan kuljetuksista oman ilmoituksen mukaan. Suurimman asiakkaan osuudeksi liikevaihdosta vastaajat arvioivat keskimäärin 65 %. Elintarvike-, kemian- ja metsäteollisuuden kuljetuksia pääosin tekevissä kuljetusyrityksissä suurimman asiakkaan osuudeksi arvioitiin jopa yli 75 % liikevaihdosta. Rakentamisen kuljetuksia tekevissä yrityksissä puolestaan suurimman asiakkaan osuuden arvioitiin olevan alle puolet liikevaihdosta. Tällaisessa toimintaympäristössä suurimman asiakkaan odotuksilla on hyvin suuri merkitys siihen kuinka kuljetusyritys mittaa, johtaa ja raportoi energiatehokkuuttaan. Vastaajien mukaan kuljetusasiakkaat eivät kuitenkaan vaikuta kovin kiinnostuneilta kuljetusyritysten energiatehokkuudesta. Vastaajista 18 % ilmoitti raportoivansa polttoaineenkulutuksen kehittymisestä sidosryhmille ja 5 % mainitsi nimenomaan asiakkaat sidosryhmänä, jolle raportoidaan. 10 % yrityksistä ei kuitenkaan maininnut sidosryhmää, jolle raportointi tehdään, joten 5-15 % vastaajista raportoi asiakkailleen.

Yrityksiltä kysyttiin myös, onko kuljetusasiakas ollut kiinnostunut yrityksen energiatehokkuustoimenpiteistä tai energiatehokkuussopimukseen liittymisestä (taulukko 4). Vastaajista 18 % vastasi tähän myönteisesti, joten kuljetusasiakkaiden suunnasta on jonkin verran kiinnostusta energiatehokkuustoimenpiteistä ja -sopimukseen liittymistä kohtaan. Kiinnostus kuitenkin vaihtelee asiakkaan toimialan mukaan. Energia-, teknologia- ja kemianteollisuuden kuljetuksia tekevistä yrityksistä yli kolmannes on kohdannut tällaista kiinnostusta asiakkaiden taholta. Toimialojen väliset erot ovat tilastollisesti merkittäviä. Kuljetusyritysten kokema kuljetusasiakkaiden kiinnostus vaikuttaa vähäiseltä verrattuna kaupan ja teollisuuden yritysten ilmoittamaan halukkuuteen saada ympäristöraportointia kuljetusyrityksiltä (Liimatainen 2010). Tuon kyselyn perusteella lähes puolet kaupan ja teollisuuden yrityksistä haluaisi kuljetusyrityksiltä ympäristöraportointia, mutta vain muutama yritys sai tällaisia raportteja. Yksi selitys tälle ristiriidalle voi olla se, että kaupan ja teollisuuden yritysten vaatimukset kohdistuvat pääosin suuriin kuljetusyrityksiin, eikä tämä vaatimus välity suurten kuljetusyrittäjien alihankkijoina toimiville pienille yrityksille. Tähän suuntaan viittaa myös taulukosta 4 nähtävä havainto, että toimialoilla, jotka kokevat kuljetusasiakkaiden kiinnostusta on suurempi osuus yli 5 autolla liikennöiviä vastaajia kuin muilla toimialoilla. Muun teollisuuden toimiala tekee tähän poikkeuksen, mutta tulosten luotettavuutta heikentää vastaajien vähäisyys joillain toimialoilla.

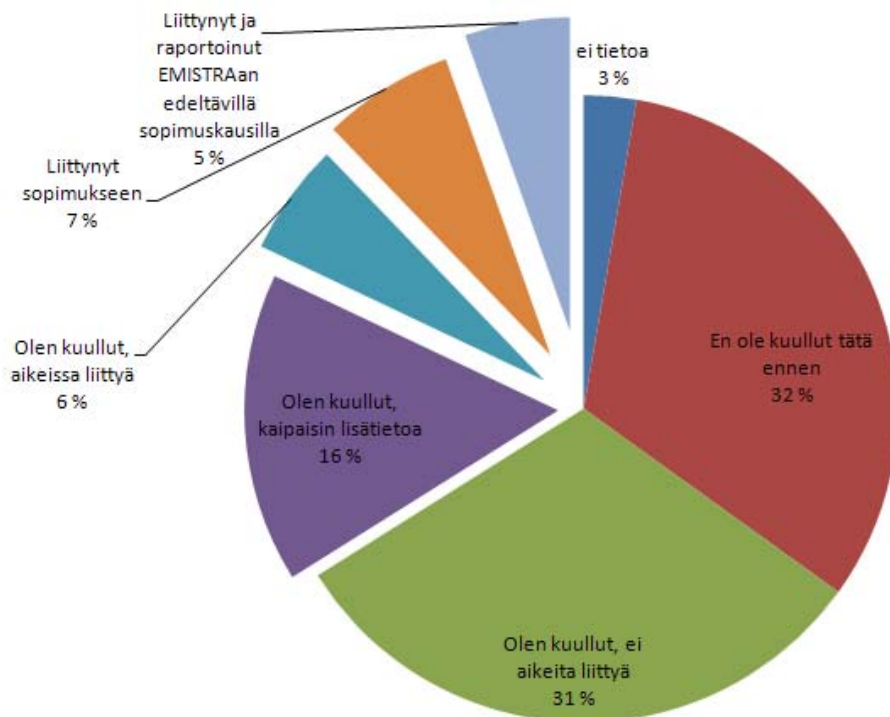
Taulukko 4. Kuljetusasiakkaiden kiinnostus kuljetusyrityksen energiatehokkuustoimintaa kohtaan toimialoittain.

	Asiakas kiinnostunut?			Yli 5 autolla liikennöivien vastaajien osuus
	ei tietoa	Kyllä	Ei	
Energiateollisuus	0 %	43 %	57 %	43 %
Teknolohiateollisuus	0 %	37 %	63 %	33 %
Kemianteollisuus	0 %	33 %	67 %	33 %
Elintarviketeollisuus	0 %	21 %	79 %	23 %
Kauppa	3 %	20 %	77 %	28 %
Jätehuolto ja kunnossapito	0 %	14 %	86 %	29 %
Metsäteollisuus	2 %	12 %	86 %	7 %
Rakentaminen	5 %	6 %	89 %	16 %
Muu teollisuus	13 %	0 %	87 %	38 %
ei tietoa	0 %	36 %	64 %	9 %
Yhteensä	2 %	18 %	80 %	22 %

Vastaajilta kysyttiin myös näkemyksiä siitä, kuinka kuljetusasiakas voisi parhaiten edistää kuljetusten energiatehokkuutta. Yleisin toive oli, että asiakkaat maksaisivat kuljetuksista enemmän, jotta kuljetusyrietykset voisivat investoida energiatehokkaampaan kalustoon. Asiakkaat voisivat myös käyttää hinnan lisäksi muita kriteerejä kuljetuspalvelujen toimittajaa valitessaan. Samoin vastaajat toivoivat asiakkailta kuljetusten parempaa suunnittelua tyhjänä ajon vähentämiseksi ja kuormakokojen kasvattamiseksi. Asiakkaat voisivat myös joustaa toimitusten aikaikkunoissa, jotta turhalta kiireeltä kuljetuksissa välttyttäisiin. Suomalaiset tiekuljetusyrietykset esittivät vastaavanlaisia toiveita jo vuonna 2003 tehdyssä tutkimuksessa (Stenholm 2004). Asiakkaan ja kuljetusyrittäjän yhteistyö kuljetusten suunnittelussa nähtiin toivottavana, mutta tämä edellyttäisi nykyistä pidempiäaikaisia kuljetussopimuksia. Sama toive pidemmistä sopimuksista yhteistyön syventämiseksi ja pidempää takaisinmaksuaikaa tarvitsevien investointien tekemiseksi on havaittu myös Ruotsissa (Martinsen et al. 2009). Syvempi yhteistyö ei näytä olevan itsestään selvää suuremmillekaan kuljetusyrietyksille. Kolme kymmenestä saksalaisesta kuljetusyrietyksestä ilmoitti tekevänsä asiakkaan kanssa yhteistyötä tehokkuuden parantamiseksi (Tacken et al. 2011).

3.5 Energiatehokkuussopimus

Yrityskyselyn vastauksien perusteella energiatehokkuussopimuksen kattavuustavoitteen saavuttaminen vaikuttaa hyvin vaikealta. Lähes kolmasosa vastaajista ei ollut kuullutkaan sopimuksesta ennen kyselyä, ja samanlainen osuus vastaajista oli kuullut sopimuksesta, mutta ei aio liittyä siihen (kuva 6).



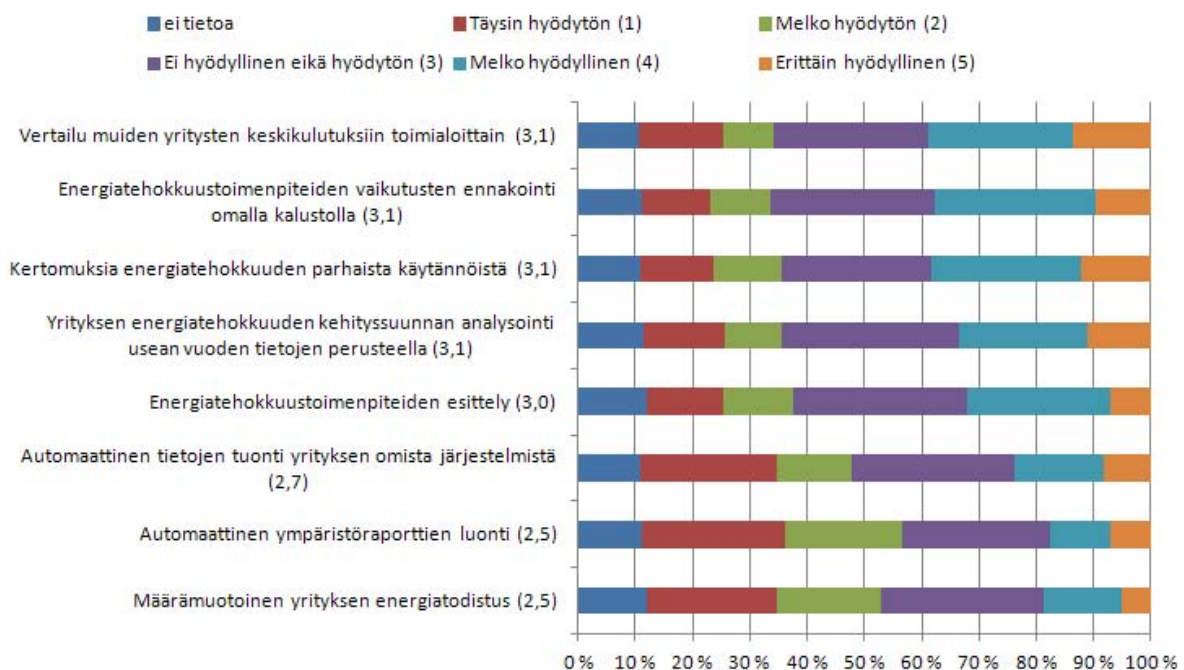
Kuva 6. Vastaajien näkemykset energiatehokkuussopimuksesta.

Yksi syy energiatehokkuussopimuksen huonoon tunnettavuuteen on, että sopimusta ei ollut vielä kyselyä tehtäessä juurikaan markkinoitu, vaikka sopimus oli jo muutaman vuoden ollut voimassa. Yrietykset, jotka eivät sopimuksesta tienneet voisivat olla houkutteluvissa liittymään sopimukseen hyvällä markkinoinnilla ja liittymisen hyötyjen osoittamisella. Toisaalta 31 % yrietyksistä näyttää olevan jo menetetty tai näiden houkuttelu

sopimuksen piiriin vaatii suurta panostusta ja liittymisen hyötyjen osoittamista. Sopimuksesta lisätietoa kaipaavat voidaan helpommin saada sopimuksen piiriin. Joka tapauksessa 60 % kattavuustavoitteen saavuttaminen vaatii siis erittäin onnistunutta markkinointia vuoteen 2016 asti. Tämä korostuu erityisesti, jos voidaan olettaa, että kyselyyn vastanneet yritykset ovat jo valmiiksi kiinnostuneempia energiatehokkuudesta kuin muut yritykset. Toisaalta näyttää siltä, että suuremmilla yrityksillä on suurempi kiinnostus sopimusta kohtaan, joten 60 prosentin kattavuus kuorma-autojen määrän suhteen on helpompi saavuttaa kuin yritysten määrän suhteen.

Energiatehokkuussopimukseen liittymisestä pitäisi olla kuljetusyritykselle hyötyä tai sen pitäisi olla vastaus kuljetusasiakkaan vaatimuksiin. Edellä kerrottiin, että vain 18 % kuljetusyrityksistä on kokenut asiakkaidensa taholta kiinnostusta energiatehokkuutta kohtaan. Tuon osuuden kasvattamiseksi myös kuljetusasiakkaille pitäisi kertoa tavarankuljetusten ja logistiikan energiatehokkuussopimuksesta ja kannustaa asiakkaita vaatimaan sopimukseen liittymistä kuljetusyrityksiltä. Asiakasvaatimusten vaikutuksesta kertoo se, että sopimukseen liittyneiden kuljetusyritysten keskuudessa asiakkaiden kiinnostusta kokeneiden osuus oli suurempi kuin niiden kuljetusyritysten kohdalla, jotka eivät sopimuksesta olleet kuulleet tai eivät siihen aio liittyä. Asiakkaan kiinnostus siis motivoi kuljetusyritystä liittymään sopimukseen.

Jotta sopimukseen liittymisestä olisi kuljetusyritykselle hyötyä, sopimukseen liittyvää PIHI-seurantajärjestelmää pitäisi kehittää. Kyselyssä yrityksille annettiin lista mahdollisista PIHI-järjestelmän ominaisuuksista, joiden hyödyllisyyttä vastaajat arvioivat (kuva 7).



Kuva 7. PIHI-seurantajärjestelmän mahdollisten ominaisuuksien hyödyllisyys. Ominaisuuden perässä esitetty luku kuvaa vastausten keskiarvoa, kun numerointi on asteikolla 1-5 selitteessä kuvatulla tavalla.

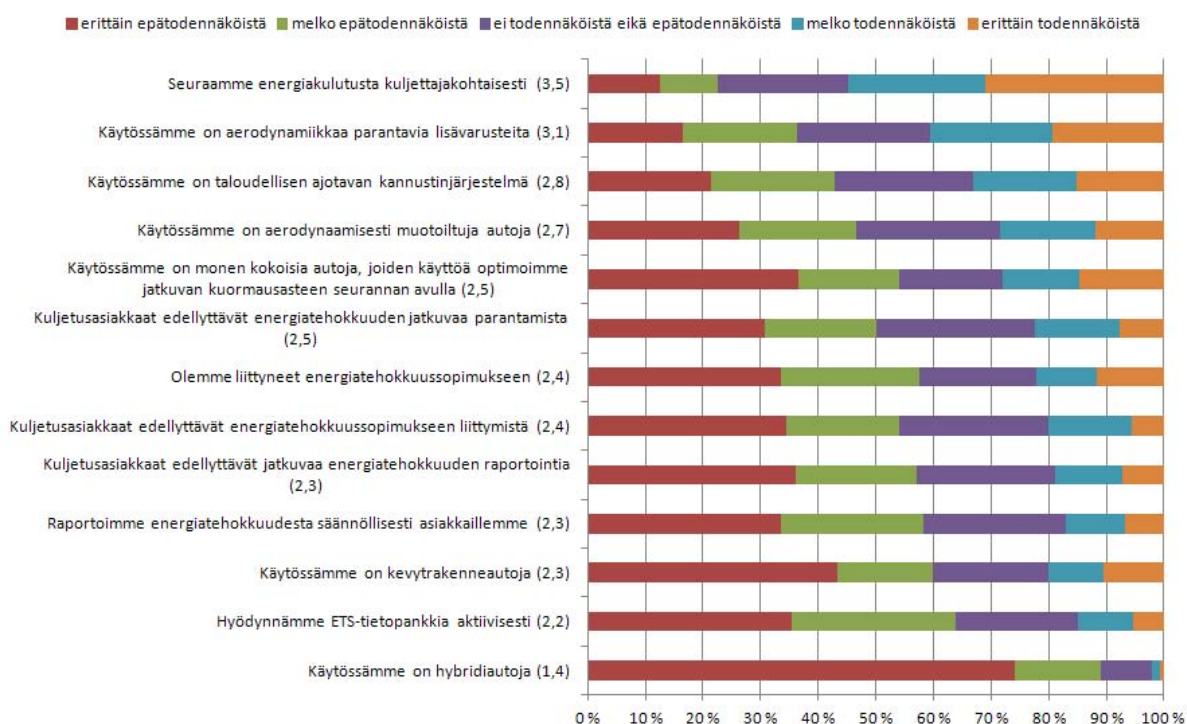
PIHI-järjestelmän ominaisuuksien hyödyllisyyden arviointi näyttää olleen melko vaikeaa vastaajille. Tämä on ymmärrettävää, koska kolmannes vastaajista kuuli sopimuksestakin ensimmäistä kertaa ja itse järjestelmä ei vielä ollut yleisessä käytössä kyselyn aikaan. Vastaajien heikko tietoisuus energiatehokkuussopimuksesta näkyy selvästi vastauksista. Esimerkiksi vertailua muiden yritysten keskilukutuksiin toimialoittain piti erittäin hyödyllisenä 44 % jo PIHIn edeltäjään EMISTRAan raportoineista yrityksistä, mutta vain 9 %

y yrityksistä, jotka eivät olleet kuulleetkaan sopimuksesta. Vastausten perusteella näyttää kuitenkin siltä, että vertailu yritysten kesken, toimenpiteiden vaikutusten arviointi, kertomukset parhaista käytännöistä, energiatehokkuuden kehityksen analysointi ja energiatehokkuustoimenpiteiden esittely koetaan enemmistön mielestä hyödyllisiksi ominaisuuksiksi. Erityisesti näitä ominaisuuksia tulisi kehittää järjestelmässä ja käyttää niitä sopimuksen markkinoinnissa.

Tätä näkemystä tukee myös Britanniassa toteutetun Freight Best Practice -ohjelman arviointi. FBP nähtiin kuljetusyritysten keskuudessa ammattilehdistön jälkeen toiseksi tärkeimpänä polttoaineenkulutukseen liittyvän tiedon lähteenä, ja tärkeämpänä kuin toimialan etujärjestöt ja kollegat (AECOM 2010). FBP-ohjelman tärkeys tiedonlähteenä osoittaa, että myös PIHI-järjestelmällä ja energiatehokkuussopimuksella on mahdollisuuksia tulla tärkeäksi tiedonlähteeksi. Tuon aseman saavuttamiseksi sopimuksella tulee olla erinomaiset Internet-sivut, näkyvyyttä ammattilehdistössä ja alan etujärjestöjen tuki. Tärkeintä on kuitenkin, että järjestelmä koetaan niin hyödylliseksi, että kuljetusyritykset kertovat sen hyödyistä toisilleen. Jos järjestelmä saavuttaa tällaisen maineen, sopimuksen kattavuustavoite voi olla saavutettavissa.

3.6 Tulevaisuuden näkymät

Tulevaisuuden näkymien selvittämiseksi yrityksille esitettiin 13 tulevaisuusväittämää, joiden todennäköisyyttä energiatehokkuussopimuksen päättymiseen, eli vuoteen 2016 mennessä heidän tuli arvioida (kuva 8).



Kuva 8. Tulevaisuusväittämien todennäköisyys. Väittämän perässä esitetty luku kuvaa vastausten keskiarvoa, kun numerointi on asteikolla 1-5, jossa 1 = erittäin epätodennäköistä ja 5 = erittäin todennäköistä.

Kuljettajakohtainen polttoaineenkulutuksen seuranta tulee vastaajien mielestä yleistymään vuoteen 2016 mennessä. Nykyisin kuljettajakohtaista seurantaa käyttää 30 % vastaajista, mutta yli puolet pitää sitä todennäköisenä vuoteen 2016 mennessä. Tämä mahdollistaa taloudellisen ajotavan kannustinjärjestelmät, joiden myös uskotaan olevan vuonna 2016 nykyistä selvästi yleisempiä. Myös energiatehokkuutta parantavien lisäva-

rusteiden käyttö yleistyy todennäköisesti, mutta aerodynaamisesti muotoiltujen autojen käyttö pysyy nykyisellä tasolla.

Vastaajista 60 % valitsee nykyään auton kuljettavan tavarahan mukaan (luku 3.3), mutta tulevaisuusväittämää *"käytössämme on monen kokoisia autoja, joiden käyttöä optimoimme jatkuvan kuormausasteen seurannan avulla"* pitää todennäköisenä vain neljännes vastaajista. Tämä vaikuttaa ristiriitaiselta, mutta tulevaisuusväittämän muotoilussa on kaksi kriittistä eroavaisuutta nykyisenä energiatehokkuustoimenpiteenä esitettyyn, mitkä selittävät eroa. Nämä ovat useiden autojen käyttö ja jatkuva kuormausasteen seuranta. Monet vastaajat liikennöivät vain yhdellä tai kahdella autolla, eikä tämän nähdä luultavasti muuttuvan useiden yritysten kohdalla, joten monen kokoisten autojen optimointi ei ole mahdollista. Kuormausasteen seuranta tekee nykyään vain harva yritys, kuten tonnakilometrien seurannan harvinaisuudesta käy ilmi, eikä tämänkään nähdä muuttuvan viidessä vuodessa.

Noin viidennes vastaajista pitää todennäköisenä, että kuljetusasiakkaat edellyttävät energiatehokkuussopimukseen liittymistä tai siihen liittyvää jatkuvaa raportointia vuonna 2016. Osuus on vain kaksi prosenttiyksikköä suurempi kuin asiaan liittyvää kiinnostusta jo nykyään kokeneiden osuus. Kuljetusyritykset eivät siis odota asiakkaan kiinnostuksen kasvavan. Kaupan ja teollisuuden yrityksillä on kuitenkin hyvin erilainen kuva asiasta. Yli 40 % kuljetusasiakkaista pitää todennäköisenä, että ne vaativat kuljetusyrityksiltä energiatehokkuuden jatkuvaa parantamista ja siitä raportointia vuonna 2016 (Liimatainen 2010). Monet kuljetusasiakkaat myös pitävät todennäköisenä, että ne käyttävät energiatehokkuuskriteerejä kuljetuspalveluja hankkiessaan. Kuljetusyritysten ja -asiakkaiden vastausten perusteella energiatehokkuuden mittaamisen, raportoinnin ja kehittämisen hyvin tekevä kuljetusyritys voi saada markkinoilla kilpailuetua muihin yrityksiin nähden.

Tulevaisuusväittämien valossa energiatehokkuussopimuksen onnistuminen näyttää vaikealta. Vain noin 20 % yrityksistä pitää todennäköisenä, että ne ovat liittyneet sopimukseen vuoteen 2016 mennessä ja alle 20 % arvioi todennäköisesti käyttävänsä PIHI-järjestelmää aktiivisesti. Niistä vastaajista, jotka ilmoittivat kaipaavansa sopimuksesta lisätietoa tai olevansa aikeissa liittyä sopimukseen, vain kolmannes piti todennäköisenä, että ne todella ovat liittyneet sopimukseen vuoteen 2016 mennessä. Vain muutama prosentti niistä vastaajista, jotka eivät olleet kuulleet sopimuksesta ennen kyselyä, piti liittymistä todennäköisenä. Huolestuttavaa on myös se, että 10 % yrityksistä, jotka ovat nyt sopimuksessa mukana, ovat epävarmoja siitä, ovatko ne sopimuksessa mukana vuonna 2016. Tulokset korostavat sopimuksen markkinoinnin, sopimukseen liittymisestä saatavien hyötyjen ja PIHI-järjestelmän kehittämisen tärkeyttä.

3.7 Suosituksia

Kuljetusyritykset eivät odota suuria energiatehokkuutta parantavia muutoksia tapahtuvan seuraavien viiden vuoden aikana. Jos odotukset toteutuvat, energiatehokkuussopimuksen tavoitetta energiatehokkuuden 9 % parantamisesta on vaikea saavuttaa pelkästään kuljetusyritysten toiminnan muutoksilla. Vaikka kuljettajakohtainen seuranta yleistyessään voi johtaa kulutuksen pienentymiseen, energiatehokkuussopimuksen tavoitteen saavuttamiseksi tarvitaan lisäksi kuljetusasiakkaan ja -yrityksen parempaa yhteistyötä. Haasteena on, ettei tämän kuitenkaan nähdä lisääntyvän. Kuljetusten energiatehokkuus määrittyy kuitenkin pitkälti kuljetusasiakkaiden toimitusketjua koskevien strategisen tason päätösten seurauksena (Aronsson ja Huge Brodin 2006; Beamon 2005; Kallionpää et al. 2010). Myös kuljetuskaluston teknistä kehitystä tarvitaan tavoitteen saavuttamiseksi, mutta esimerkiksi hybridautojen käyttöä ei nähdä todennäköisenä vuoteen 2016 mennessä. Asiat voivat kuitenkin muuttua, jos polttoaineen hinta jatkaa nopeaa nousuaan. Polttoaineen hinta on tärkein energiatehokkuuden parantamisen motivaatiotekijä vastaajista 60 prosentin mielestä. Alan yleisen kehityksen mukana pysymisen valitsi tärkeimmäksi motivaatiotekijäksi 21 % vastaajista, yritysjohtoon asettamat tavoitteet 7 %, asiakkaan vaatimuksiin vastaamisen 6 % ja lainsäädännön 2 % vastaajista.

Motivaatiotekijöihin liittyvät vastaukset osoittavat, että kuljetusala on vahvasti kilpailtu ala, jossa kustannusten minimointi on tärkeää. Alalla on suuri määrä pieniä yrityksiä, joiden keskeinen haaste on taloudellinen kannattavuus. Tämä näkyy myös muissa maissa kuin Suomessa. Esimerkiksi Britanniassa 80–90 % kuljetusyrityksistä on alle kuuden auton yrityksiä, jotka toimivat hyvin pienen (2–3 %) voittomarginaalin turvin (McKinnon 2009a). Suomessa pienet yritykset eivät näytä huomaavan asiakkaiden kovenivia vaatimuksia energiatehokkuuden kehittämiseksi. Toisaalta niillä ei myöskään välttämättä ole taloudellisia resursseja investointeja vaativiin energiatehokkuustoimenpiteisiin. Yritykset näyttävät olevan tietoisia useimmista toimenpiteistä, mutta niiltä voi puuttua tietotaitoa hyöty-kustannusanalyysien tekemiseen. Tähän voisi auttaa energiatehokkuusauditointien ja kehityssuunnitelmien tekeminen valtion tuella. Motiva voisi kouluttaa joukon auditointia, jotka tekisivät työtä osittain valtion maksamana (auditointituki). Tuki olisi tarjolla vain energiatehokkuussopimukseen liittyneille kuljetusyrityksille, jolloin se olisi yrityksille yksi etu sopimukseen liittymisestä. Samoin valtio voisi ottaa käyttöön investointitukia sopimukseen liittyneille yrityksille.

Energiatehokkuussopimus ja PIHI-seurantajärjestelmä tarjoavat hyvän ympäristön energiatehokkuuden edistämiseen ja edistämistoimien pitäisi liittyä niiden kehittämiseen. PIHI-järjestelmän tulisi mahdollistaa energiatehokkuustoimenpiteiden vaikutusten arviointi yrityksen omalla kalustolla. Järjestelmän käyttö pitää myös tehdä mahdollisimman helppoksi ja sen kautta tulee jakaa puolueetonta tietoa energiatehokkuustoimenpiteistä, parhaista käytännöistä ja toimialoittaisista polttoaineenkulutuksen keskiarvoista. Valtion ja kuntien hankinnoissa tulisi myös kuljetuspalveluja hankittaessa edellyttää tarjouksen jättävältä kuljetusyritykseltä energiatehokkuussopimukseen liittymistä. Myös yksityisen sektorin hankintoihin voidaan vaikuttaa toimialoittaisten energiatehokkuussopimusten kautta tiedottamalla niihin liittyneille yrityksille tavarankuljetusten ja logistiikan energiatehokkuussopimuksesta ja mahdollisuuksista edellyttää siihen liittymistä kuljetuspalvelu- ja tuottavilta yrityksiltä.

Kuljetusyritykset, jotka mittaavat, raportoivat ja kehittävät energiatehokkuuttaan voivat saavuttaa kilpailuetua muihin yrityksiin nähden. Raportointi voi kasvattaa luottamusta yrityksen ja asiakkaan välillä ja johtaa syvempään yhteistyöhön, mikä mahdollistaa myös pidemmät sopimukset ja pitkän aikavälin logistisen suunnittelun, joka hyödyttää molempia yrityksiä ja myös ympäristöä. Mittaaminen on energiatehokkuuden kehittämisen edellytys ja mittaamisen ei pitäisi rajoittua vain polttoaineenkulutuksen mittaamiseen vaan sen pitäisi kattaa myös kuljetussuoritteeseen liittyvät asiat (Liimatainen 2010). Jokainen kuljetustehtävä pitäisi kirjata yksityiskohtaisesti, jotta energiatehokkuustoimenpiteiden vaikutuksia pystytään arvioimaan ja hiilidioksidipäästöjä raportoimaan asiakkaille. Mittaamiseen ei useinkaan tarvita uusia teknisiä apuvälineitä vaan kyse on olemassa olevan tiedon paremmasta hyödyntämisestä (Liimatainen & Nykänen 2011). Kyselyn tulosten perusteella suomalaisilla kuljetusyrityksillä on runsaasti kehitettävää tällä alueella, mutta kehitys kannattaa, sillä yksityiskohtaisen mittaamisen kautta löytyy varmasti tehokkuutta parantavia ja kustannuksia pienentäviä kehityskohteita.

4. Tilastanalyysi

Luvussa 2 ja erityisesti kuvassa 2 esitettiin, kuinka tiekuljetusten energiatehokkuus ja hiilidioksidipäästöt muodostuvat bruttokansantuotteesta lähtien lukuisten eri suuntiin vaikuttavien määritteiden vaikutuksen tuloksena. Taloudellisen kehityksen vaikutusta kuljetuksiin on tutkittu paljon kansainvälisellä tai kansallisella tasolla (esim. Stead 2001; Tapio 2005; McKinnon 2007; Kamakate & Schipper 2009). Tarkasteluja on tehty myös toimialatasolla ja muun muassa Kveiborg ja Fosgerau (2007) toteavat, että toimialojen erottaminen on tärkeää asian ymmärtämiseksi, mutta toimialojen sisäinen jaottelu tavararyhmiin ei ole tarpeellista. Sorrell et al. (2009) tarkastelivat myös kuljetuksia toimialakohtaisten tavararyhmien avulla ja totesivat että tavararyhmien sisäiset ja väliset muutokset vaikuttavat huomattavasti kansallisen tason tunnuslukuihin, joten kansallisella tasolla voidaan tehdä vääriä johtopäätöksiä ilman tarkempaa tarkastelua. Toimialojen taloudellisella kehityksellä näyttää siis olevan suuri vaikutus tiekuljetusten energiatehokkuuteen ja CO₂-päästöihin. Näiden vuorovaikutussuhteiden ymmärtäminen on tärkeää, kun kansallisia tavoitteita asetetaan ja niiden saavuttamista arvioidaan. Tässä esitettävän tilastanalyysin tarkoituksena onkin kuvata, kuinka toimialojen taloudellinen kehitys on vaikuttanut tiekuljetusten energiatehokkuuden ja hiilidioksidipäästöjen kehitykseen Suomessa ja ennakoida, kuinka kehitys jatkuu vuoteen 2016 ja pystytäänkö energiatehokkuussopimuksen ja LVM:n ilmastopoliittisen ohjelman tavoitteet saavuttamaan.

4.1 Tietolähteet

Kansantalouden, tiekuljetusten ja niiden ympäristövaikutusten arviointikehikon kaikista koontisuureista, indikaattoreista ja määritteistä ei ole saatavissa tilastotietoa. Indikaattoreista ja koontisuureista täytyy olla olemassa yhtenäiset aikasarjat riittävän pitkältä ajalta, jotta trendiennuste voidaan tehdä vuoteen 2016. Arviointikehikko edellyttää tietoa niin kansantaloudesta, kuljetuksista kuin energiankulutuksestakin, eikä tarjolla ole valmista tietoaaineistoa, vaan tilastoaineistoja joudutaan yhdistelemään.

Bruttokansantuotteen kehityksestä saadaan tietoa kansantalouden tilinpidon tilastoista (Tilastokeskus 2011b). Yhtenäinen aikasarja on saatavissa vuodesta 1975 alkaen. Toimialatasolla käytetään bruttokansantuotteen sijaan arvonlisäyslukuja, jotka ovat hyvin kiinteästi yhteydessä bruttokansantuotteeseen. Bruttokansantuote on bruttoarvonlisäysten summa lisättynä tuoteveroilla ja vähennettynä tuotetukipalkkioilla. Tutkimuksessa käytetään bruttokansantuotteen ja arvonlisäyksen osalta kiinteää (vuoden 2000) rahan arvoa.

Kuljetettavan tavararavotiheys määritetään kansantalouden tasolla BKT:n ja kokonaiskuljetusmäärän suhteena. Toimialatasolla ei oteta muita kuljetusmuotoja huomioon, vaan arvotiheys määritetään toimialan arvonlisäyksen ja tiekuljetusmäärän suhteena.

Kuljetusmuotojakauman ja kokonaiskuljetusmäärän määrittämiseksi saadaan tavarankuljetuksista eri kuljetusmuodoilla tietoa kuljetusmuotokohtaisista tilastoista: kotimaan vesiliikennetilastosta (Liikennevirasto 2011a), Suomen rautatietilastosta (Liikennevirasto 2011b), lentoliikennetilastosta (Finavia 2011) ja tieliikenteen tavarankuljetustilastosta (Tilastokeskus 2011c).

Tiekuljetusten tärkein tietolähde on Tilastokeskuksen julkaisema Tieliikenteen tavarankuljetustilasto, jonka aineistosta voidaan määrittää tiekuljetusmäärä ja -suorite, keskimatka, keskiakuorma ja liikennesuorite sekä kuormattuna että tyhjänä. Tavarankuljetustilastosta on yhtenäinen aikasarja vuosilta 1995–2010. Tiedot kerätään jatkuvalla postikyselyllä, joka lähetetään 8400 kuorma-auton omistajalle vuoden aikana. Vastaajia pyydetään ilmoittamaan kyseisellä kuorma-autolla tehdyt matkat kahden tutkimusvuorokauden ajalta. Keräystapa on yhtenäisten eurooppalaisten käytäntöjen mukainen (EY/1172/98). Tieliikenteen tavarankuljetustilaston keräystapa on muuttunut tästä vuoden 2011 alusta.

Tavarankuljetustilasto ei sisällä tietoa tiekuljetusten energiankulutuksesta. Tietolähteenä siihen on VTT:n tieliikenteen päästölaskentajärjestelmä LIISA (LIPASTO 2011), jossa on arvio kuorma-autojen energiankulutuksesta vuositasolla. LIPASTOsta saadaan tietoa myös biopolttoaineiden käytöstä polttoaineen CO₂-sisällön arviointiin. LIPASTOn energiankulutustieto ei siis ole saatavissa toimialoittain ja siihen liittyy toinenkin ongelma, joka estää sen käytön tilastoanalyysissä. LIPASTOn polttoaineenkulutuserviöt perustuvat Liikenneviraston tietilaston (Liikennevirasto 2011c) liikennesuoritetietoihin ja nämä tiedot on tuotettu eri tavalla kuin Tieliikenteen tavarankuljetustilaston liikennesuoritetiedot. Tästä johtuen kuorma-autojen liikennesuoritteissa on näiden kahden tilaston välillä 17–30 % ero, liikennesuoritteen ollessa sen verran pienempi tavarankuljetustilastossa. Samanlainen ero on havaittu myös Britanniassa (McKinnon & Piecyk 2009). Ero johtuu ulkomaisen kaluston puuttumisesta tavarankuljetustilastosta ja mahdollisesti kuljetusmatkojen aliarvioinnista tavarankuljetustilastossa ja liian pienien autojen määrittämisestä kuorma-autoksi tietilastossa.

LIPASTO sisältää myös yksikköpäästötietokannan, jossa on määritetty keskimääräinen polttoaineenkulutus maantie- ja katuajossa eri kokoluokan kuorma-autoille EURO-päästöluokittain. Vastaavia kulutuskertoimia löytyy myös ruotsalaisen Nätverket för Transporter och Miljö (NTM 2008) -organisaation tuottamina. Näiden kulutuskertoimien avulla polttoaineenkulutustieto voidaan yhdistää tieliikenteen tavarankuljetustilastoon tarkan tilastoanalyysin mahdollistamiseksi (luku 4.3).

4.2 Toimialat

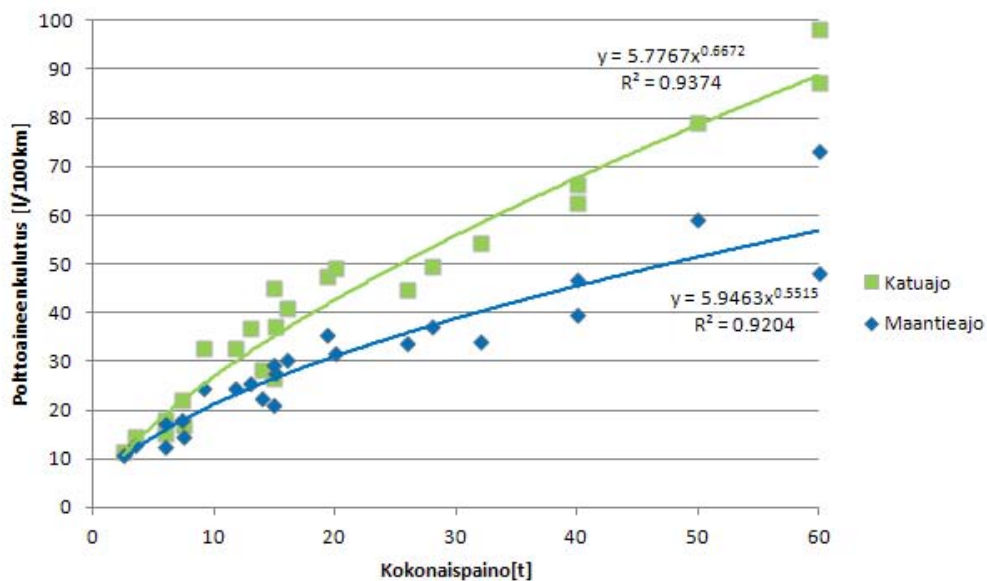
Toimialatason tilastoanalyysiä varten täytyy muodostaa eri tilastolähteiden luokituksista toimialoja. Tieliikenteen tavarankuljetustilastossa vastaajat valitsevat kullekin matkalle, mitä tavaralajeja kuljetetaan. Tavaralajeja oli valittavissa vuonna 1995 40, vuosina 1996–2007 42 ja vuosina 2008–2010 45 erilaista. Tavaralajien muutokset ovat olleet pieniä ja lähinnä valittavaksi on saatu useampia tavaralajeja aiemmin käytössä olleita jakamalla, joten tavaralajien lisääntyminen ei aiheuta suurta virhettä tarkasteluun. Tietyt tavaralajit voi kohdistaa sekä teollisuuden että kaupan kuljetuksiksi. Näiden osalta kuljetukset on kohdistettu eri toimialoille sen mukaan, kuinka suuri osa tavarankuljetustilaston vastaajista on valinnut pääasialliseksi asiakkaakseen kaupan ja kuinka suuri osa teollisuuden. Myös palvelusektori on ongelmallinen, koska yhtäkään tavararyhmää ei voida suoraan kohdistaa palvelusektorille. Palvelusektorin kuljetuksia on kuitenkin vähän ja niitä usein ohjaavat kaupan tai teollisuuden yritykset. Tämän vuoksi palvelusektori onkin jätetty toimialatarkastelujen ulkopuolelle. On kuitenkin hyvä huomata, että tutkimuksessa tarkastellut jätehuollon ja kunnossapidon sekä kaupan toimialat edustavat palvelualaa.

Taulukko 5. Tavarankuljetustilaston tavaralajien ja kansantalouden tilinpidon toimialojen yhdistäminen tilastoanalyysin toimialoille.

KULJETUS-toimiala	Tieliikenteen tavarankuljetustilaston tavaralajit (luokitus 1996–2007)	Kansantalouden tilinpidon toimialat (TOL 2008)
Metsäteollisuus	6–10 raakapuu, puutuotteet ja paperi	02, 16–18 Metsätalous, metsäteollisuus, painaminen
Elintarviketeollisuus	1-5, 12–15 maataloustuotteet, elävät eläimet, elintarvikkeet	011-017, 03, 10–12 Maatalous, riista- ja kalatalous, elintarviketeollisuus
Energiateollisuus	17–18 kiinteät ja nestemäiset polttoaineet	D, 36–37 Energia- ja vesihuolto
Rakentaminen	19, 23–25 asfaltti, maa-ainekset, rakennusmateriaalit	F, 23 Rakentaminen, rakennusaineteollisuus
Teknolohiateollisuus	11, 20–22, 30–34, 38, 40 huonekalut, malmit, metalliromu, metallijalosteet, koneet, laitteet, kulkuvälineet, vaatteet, lasi- ja muovituotteet, yksilöimätön tavara	B, 13–15, 24–33 Kaivostoiminta, tekstiili-, vaatetus- ja nahkateollisuus, metalliteollisuus, muu valmistus
Kemiateollisuus	27–29 kemikaalit, lääkkeet	19–22 Kemiateollisuus
Jätehuolto ja kunnossapito	35–37, 39, 42 jätteet, tyhjät kontit, pakkausmateriaalit, kunnossapito	38–39 Jätehuolto ja kierrätys, muut ympäristöhuoltopalvelut
Kauppa	3, 11–14, 30, 32–33, 39–40 hedelmät, huonekalut, elintarvikkeet, koneet, vaatteet, lasi ja keramiikka, tyhjän kontit ja pakkausmateriaalit, muut tavarat	G Kauppa

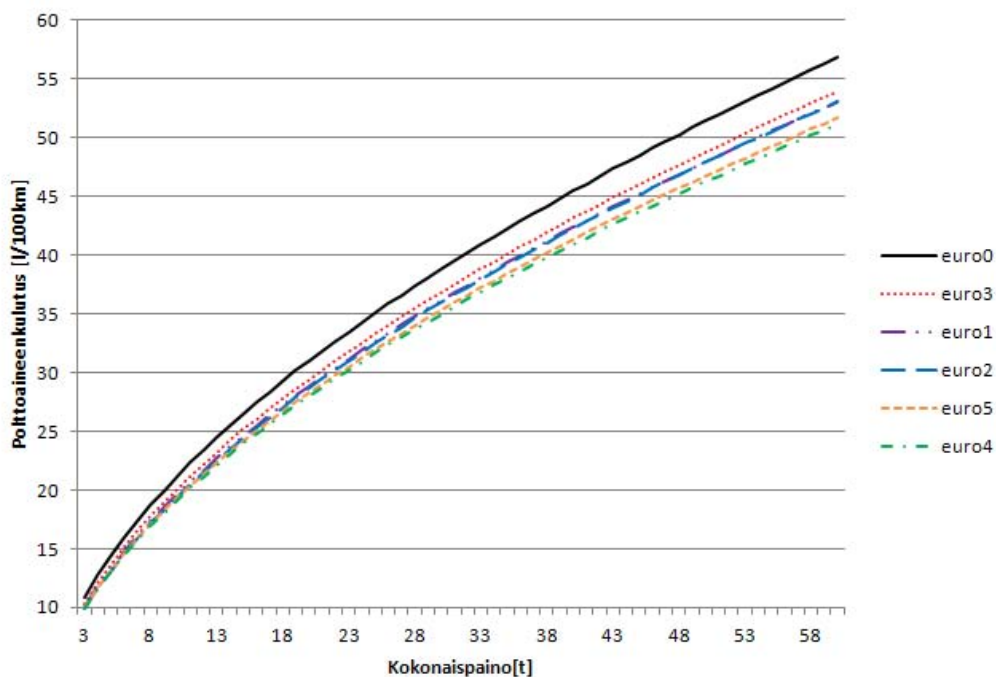
4.3 Polttoaineenkulutustiedon yhdistäminen tieliikenteen tavarankuljetustilastoon

Polttoaineenkulutustiedon yhdistäminen tieliikenteen tavarankuljetustilaston aineistoon esitetään tässä lyhyesti, kulutuksen määrittämiseen liittyviä seikkoja on selitetty tarkemmin lähteessä Liimatainen & Pöllänen (2010). Kuorma-auton kokonaispainon ja polttoaineenkulutuksen yhteys on melko suoraviivainen tietyn tyyppisellä kuorma-autolla (Coyle 2007). Kuorma-autotyyppien välillä kulutus kuitenkin muuttuu aerodynamiikan, vierinvastuksen ja voimalinjan tehohäviöiden erilaisuudesta johtuen. LIPASTO ja NTM ovat arvioineet keskimääräisiä kulutuslukemia eri kuorma-autotyyppin, EURO-luokan, kuormituksen ja tietyyppin yhdistelmille. Näiden tietojen avulla voidaan määrittää polttoaineenkulutus kokonaispainon funktiona tietyypeittäin ja EURO-luokittain (kuva 9).



Kuva 9. EURO 0-luokan (rekisteröity ennen vuotta 1994) kuorma-autojen kulutusfunktiot (viivat) katu- ja maantieajossa. Yksittäiset pisteet ovat LI PASTOn ja NTM:n kulutuslukemia tietyn painoiselle kuorma-autolle. Kulutusfunktio on määritetty näitä pisteitä parhaiten vastaavana viivana (suurin R^2 -arvo).

Kun vastaavat kulutusfunktiot tehdään kaikille EURO-luokille (kuva 10), huomataan, että EURO-luokkien välinen kulutusero on melko vakio kokonaispainosta tai tietyypistä riippumatta. EURO 1-luokan kuorma-auto kuluttaa 6,9 % vähemmän polttoainetta kuin EURO 0-luokan auto, EURO 2 7,6 %, EURO 3 5,2 %, EURO 4 10,1 % ja EURO 5 vastaavasti 9,1 % vähemmän.



Kuva 10. Kulutusfunktiot eri EURO-luokkien kuorma-autoille maantieajossa.

Tieliikenteen tavarankuljetustilaston data sisältää tiedon tutkimukseen osallistuneen kuorma-auton rekisteröintipäivästä, jonka perusteella määritetään EURO-luokka. Samoin

data sisältää tiedon kuorma-auton omapainosta ja lastin painosta, joiden perusteella saadaan kokonaispaino. Datassa on myös tieto kunkin raportoidun matkan lähtö- ja määräpaikkakunnasta. Katuajon määritellään olevan kyseessä silloin kun matka alkaa ja päättyy saman kunnan alueella tai pääkaupunkiseudun (Helsinki, Espoo, Vantaa, Kauniainen) sisällä. Näin jokaiselle Tieliikenteen tavarankuljetustilaston matkalle voidaan laskea polttoaineenkulutus, joka voidaan laajentaa koko Suomen tasolla samalla tavalla kuin muutkin tilaston tunnusluvut, kuten kuljetussuorite ja liikennesuorite.

Tällä menetelmällä saadaan toimialoittaiset polttoaineenkulutukset Tieliikenteen tavarankuljetustilaston aineistosta (taulukko 6). Kun tilastosta laskettuja kulutuksia verrataan luvussa 3.2.3 esitettyihin yrityskyselystä saatuihin toimialoittaisiin keskkulutuksiin, nähdään, että tilaston pohjalta arvioidut kulutukset ovat liian pieniä joillain toimialoilla. On muistettava, että kummallakaan tavalla saadut kulutuslukemat eivät välttämättä ole absoluuttisesti oikeita, mutta oletamme, että yrityskyselyssä vastaajien ilmoittamat kulutukset vastaavat paremmin todellisuutta kuin tilastosta lasketut. Tämä johtuu siitä, että tilaston pohjalta laskettaessa ei voitu ottaa huomioon esimerkiksi tyhjäkäyntikulutusta, kuljetuksen keskinopeutta tai nopeuden vaihtelua. Näyttääkin siltä, että juuri niillä toimialoilla, joilla tyhjäkäyntiä auton lastauksen yhteydessä, pienellä nopeudella pienillä teillä ajoa ja nopeudenvaihtelua esiintyy eniten (metsäteollisuuden raakapuukuljetukset, rakentamisen maa-ainekuljetukset, jätteiden keräilykuljetukset ja lumen aeraus), polttoaineenkulutus on tilaston perusteella liian alhainen.

Näin ollen polttoaineenkulutuksen arvioihin tehdään korjaukset metsäteollisuuden, rakentamisen sekä jätehuollon ja kunnossapidon osalta. Metsäteollisuuden kuljetusten kulutusta nostetaan kertoimella 1,3, rakentamisen kertoimella 1,2 ja jätehuollon ja kunnossapidon kertoimella 1,6. Näin tilastosta lasketut kulutukset vastaavat paremmin yrityskyselyssä ilmoitettuja. Myös teknologiateollisuuden toimialalla tilastosta laskettu kulutus on selvästi yrityskyselyssä ilmoitettua alempi. Tilastotarkastelussa teknologiateollisuus kuitenkin sisältää myös muun teollisuuden ja yksilöimättömän tavarankuljetukset, joiden kulutukset ovat yrityskyselyssä teknologiateollisuutta pienemmät, joten teknologiateollisuuden kulutusta ei tilastoanalyysissä korjata.

Taulukko 6. Polttoaineenkulutus yrityskyselyn ja tavarankuljetustilaston mukaan toimialoittain.

	2011 yrityskysely [l/100km]	2010 tavarankuljetus- tilasto [l/100km]	korjattu 2010 tava- rankuljetustilasto [l/100km]
Metsäteollisuus	51,1	40,3	49,4
Energiäteollisuus	43,4	42,7	42,7
Rakentaminen	42,4	31,7	40,7
Kemianteollisuus	40,7	40,8	40,8
Jätehuolto ja kunnossapito	40,6	26,9	37,7
Elintarviketeollisuus	37,7	39,6	39,6
Teknologiateollisuus	35,1	29,3	29,3
Kauppa	33,5	31,8	31,8
Muu teollisuus	33,3		
Ei tietoa	30,4		
Yhteensä	39,6	33,7	37,2

4.4 Tyhjänä ajon määrittäminen toimialoittain

Tieliikenteen tavarankuljetustilaston tavaralajiluokituksessa tyhjänä ajo on yksi tavaralajeista. Näin ollen sitä ei voida suoraan tarkastella toimialoittain. Sorrell et al. (2010) piti-
vätkin tätä suurena puutteena tilastoaineiston keräämisessä, koska se estää yhden kulje-

tusten tehokkuuteen olennaisesti vaikuttavan tekijän tarkastelun riittävällä tarkkuudella. Tässä tutkimuksessa kehitimme kuitenkin menetelmän tyhjänä ajon toimialakohtaiseen analysointiin.

Tavarankuljetustilasto sisältää tiedon kuorma-auton korityypistä. Tyyppejä on 15 erilaista ja korityyppi voi olla esimerkiksi maansiirtolava, puutavarapankot, eristetty umpikori tai jätepuristinkori. Tilastosta voidaan laskea kullakin korityypillä ajatut liikennesuoritteet sekä kuormattuna että tyhjänä. Kuormattuna ajatut kilometrit kohdistetaan toimialoille, jolloin saadaan selville toimialan kuormatun liikennesuoritteiden jakauma korityypeittäin. Kun korityypillä on tietty tyhjänä ajon osuus ja jokaisella toimialalla käytetään korityyppejä eri jakaumalla, saadaan jokaiselle toimialalle oma tyhjänä ajon osuus.

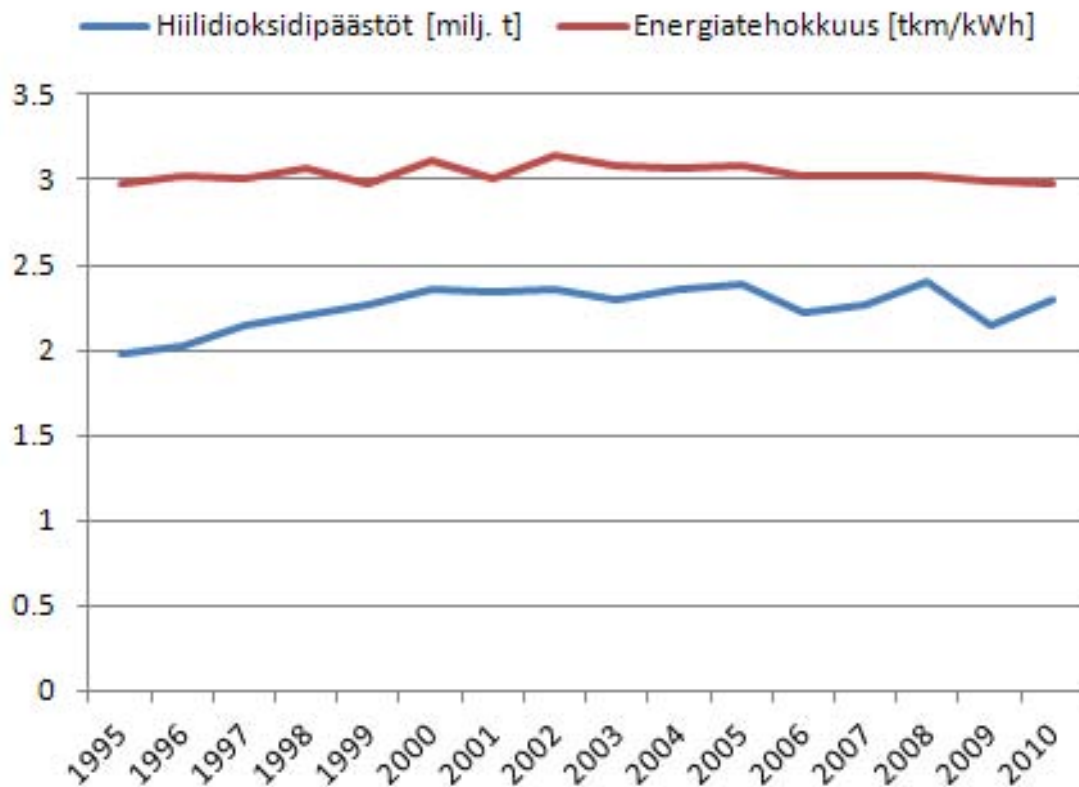
Taulukko 7. Tyhjänä ajon osuus kokonaisliikennesuoritteesta toimialoittain tilaston ja yrityskyselyn perusteella.

	2011 yrityskysely	2010 tavarankuljetustilasto
Energiäteollisuus	40 %	32 %
Rakentaminen	40 %	36 %
Metsäteollisuus	38 %	34 %
Jätehuolto ja kunnossapito	34 %	27 %
Kemianteollisuus	28 %	30 %
Elintarviketeollisuus	23 %	21 %
Teknolohioteollisuus	22 %	24 %
Kauppa	15 %	21 %
Yhteensä	28 %	27 %

Kuten taulukosta 7 nähdään, tilastosta arvioidut tyhjänä ajon osuudet ovat useimmilla toimialoilla pienemmät kuin yrityskyselyn vastaajien ilmoittamat. Kumpikaan ei tässäkään välttämättä ole absoluuttisesti oikea ja toimialat yhteen laskettuna saatu tyhjänä ajon osuus on yrityskyselyn ja tilaston perusteella hyvin samalla tasolla, joten tilaston korjaamiseen ei tyhjänä ajon osalta nähty tarvetta.

4.5 Energiätehokkuuden ja hiilidioksidipäästöjen muutos Suomessa

Tiekuljetusten energiatehokkuus on vaihdellut välillä 2,97 ja 3,14 tkm/kWh vuosina 1995–2010 (kuva 11). Energiätehokkuuden tasossa esiintyy vaihteluja peräkkäisinä vuosina, mikä johtuu osaltaan tavarankuljetustilaston pienestä otannasta ja siitä aiheutuvas- ta virhemarginaalista. Energiätehokkuudessa näyttää kuitenkin olleen kasvava trendi vuoteen 2002 asti, minkä jälkeen energiatehokkuus on jälleen laskenut tasolle 2,98 tkm/kWh vuonna 2010. Tiekuljetusten energiatehokkuus on Suomessa kansainvälisesti verrattuna korkea. Iso-Britanniassa energiatehokkuus oli 3,46 tkm/kWh vuonna 2007, Saksassa 2,74 tkm/kWh vuonna 2003 ja Espanjassa 2,42 tkm/kWh vuonna 2003 (luvut tekijöiden laskemia perustuen lähteisiin Piecyk 2010; Leonardi & Baumgartner 2004; Perez-Martinez 2009). On kuitenkin huomattava, että eri maiden energiatehokkuusluvut on laskettu eri menetelmillä, joten suoraa vertailtavuutta niiden välillä ei ole.

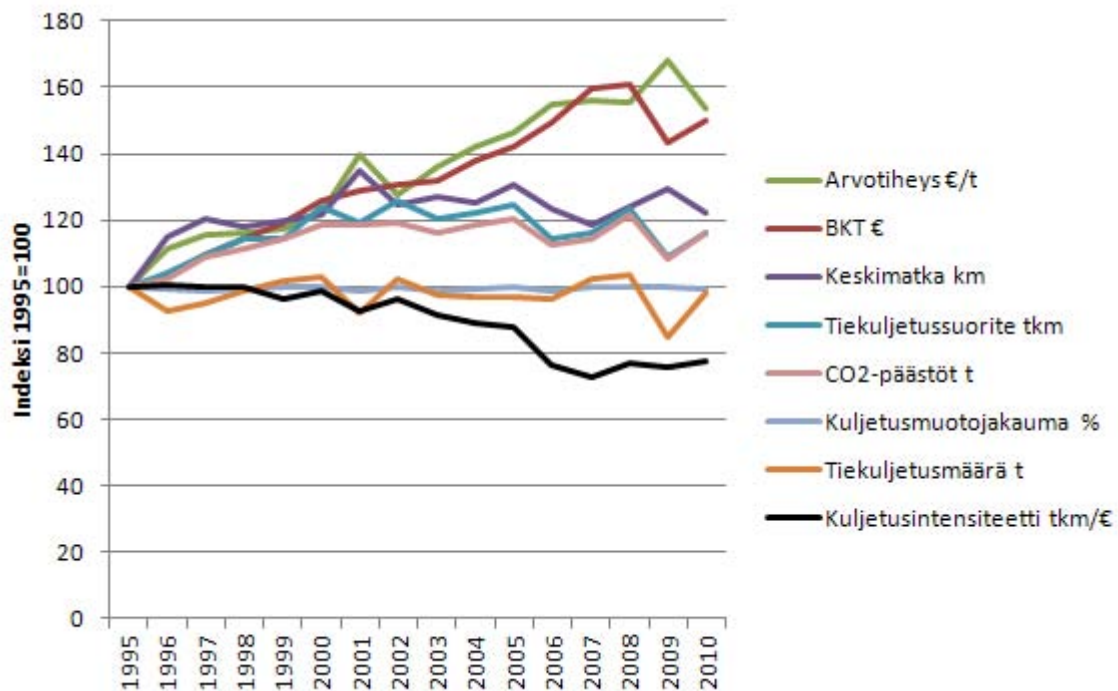


Kuva 11. Tiekuljetusten energiatehokkuus ja hiilidioksidipäästöt 1995–2010.

Tiekuljetusten hiilidioksidipäästöt ovat puolestaan nousseet melko tasaisesti vuodesta 1995 vuoteen 2000, jonka jälkeen päästöt ovat pääosin vaihdelleet 2,3 ja 2,4 miljoonan tonnin välillä (kuva 11). Suurimmillaan päästöt olivat 2,4 milj. tonnia vuonna 2008, mutta putosivat taloustaantumien ja kuljetusten vähenemisen seurauksena 2,14 milj. tonniin vuonna 2009 ja nousivat jälleen 2,3 milj. tonniin vuonna 2010. Tilastotarkastelussa ei ole otettu huomioon biopolttoaineiden vaikutusta polttoaineen laskennalliseen CO₂-sisältöön, vaan tämä suhde on koko ajan vakio 2,66 kg CO₂/l. Näin hiilidioksidipäästöjen muutoksia voidaan analysoida kahden avainluvun eli kuljetusintensiteetin ja energiatehokkuuden avulla.

4.5.1 Kuljetusintensiteetti

Kuljetusintensiteetti on tiekuljetussuorituksen ja bruttokansantuotteen suhde tkm/€, johon vaikuttaa kolme indikaattoria: arvotiheys, kuljetusmuotojakauma ja keskimatka. Kuljetusintensiteetti pysyi Suomessa 0,24 tkm/€ tasolla vuosina 1995–2000, ja laski sen jälkeen 0,18 tkm/€ vuonna 2007, jonka jälkeen lasku on tasaantunut ja kuljetusintensiteetti on nyt 0,19 tkm/€. Kuljetusmuotojakauma on ollut hyvin tasainen koko aikavälillä, joten sen muutoksella ei ole ollut vaikutusta kuljetusintensiteettiin (kuva 12).

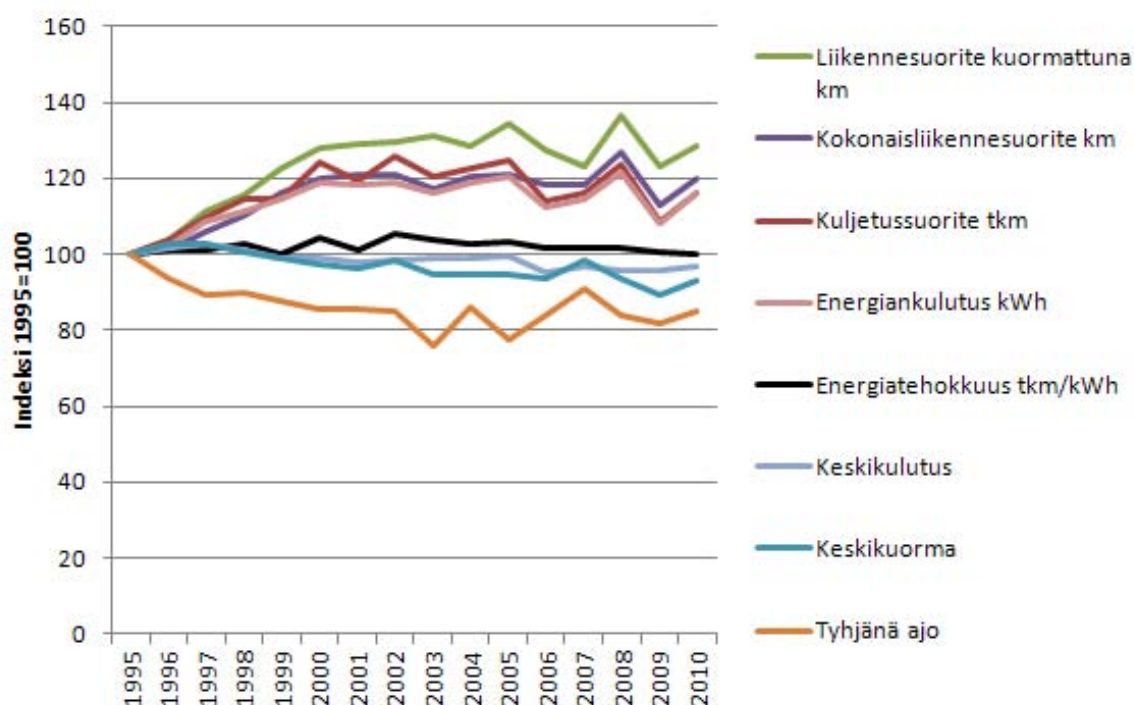


Kuva 12. Kuljetusintensiteettiin liittyvien koontisuureiden ja indikaattorien muutokset 1995–2010. Kuvassa mukana myös hiilidioksidipäästöjen muutokset.

Kuljetusintensiteettiin on vaikuttanut arvotiheyden ja keskimatkan vastakkaisiin suuntiin vaikuttavat muutokset. Arvotiheyden kasvu pienentää kuljetettavan tavarán määrää ja siten pienentää kuljetusintensiteettiä. Keskimatkan kasvu puolestaan kasvattaa kuljetus-suoritetta ja siten kasvattaa kuljetusintensiteettiä. Vuoteen 2000 asti nämä indikaattorit kasvoivat molemmat samaa tahtia, joten kuljetusintensiteetti ei juuri muuttunut. Sen jälkeen arvotiheys on jatkanut kasvuaan, mutta keskimatka on vaihdellut suunnilleen samalla tasolla, joten kuljetusintensiteetti on pienentynyt. Arvotiheys on kasvanut samaa tahtia bruttokansantuotteen kasvun kanssa, joten tiekuljetusmäärä on pysynyt melko tasaisesti vuoden 1995 tasolla, muutaman vuoden vaihtelua lukuun ottamatta. Kuljetus-suorituksen kasvu onkin johtunut siten keskimatkan kasvusta.

4.5.2 Energiatehokkuus

Energiatehokkuus on kuljetussuorituksen ja energiankulutuksen suhde tkm/kWh, johon vaikuttaa myös kolme indikaattoria: keskikuorma, tyhjänä ajo ja keskkulutus. Energiatehokkuus siis kasvoi Suomessa vuoteen 2002, mutta on sen jälkeen laskenut jälleen lähes vuoden 1995 tasolle (kuva 13).



Kuva 13. Energiatehokkuuteen liittyvien koontisuureiden ja indikaattorien muutokset 1995–2010.

Kaikkien energiatehokkuuteen vaikuttavien indikaattoreiden arvot ovat pienentyneet vuodesta 1995. Eri indikaattorien pienentyminen muuttaa kuitenkin energiatehokkuutta eri suuntiin. Keskikuorman pienentyminen tarkoittaa, että saman kuljetussuoritteeseen toteuttamiseen tarvitaan enemmän liikennesuoritetta ja siten energiaa, joten energiatehokkuus pienenee. Tyhjänä ajon vähentyminen puolestaan tarkoittaa, että kokonaisliikennesuorite pienenee kuormattuna ajatun liikennesuoritteeseen pysyessä samana, joten energiatehokkuus kasvaa. Keskikulutuksen pieneminen tarkoittaa, että kokonaisliikennesuoritteeseen ajamiseen käytetään vähemmän energiaa, joten energiatehokkuus kasvaa. Vaikutukset eivät kuitenkaan ole aivan suoraviivaisia, koska keskikuorman muutos vaikuttaa myös keskikulutukseen. Näin osa keskikuorman pienemisestä johtuvasta energiatehokkuutta pienentävästä vaikutuksesta kumoutuu keskikulutuksen pienemisen johdosta. Tyhjänä ajossa puolestaan kulutus on pienempi kuin kuormattuna ajettaessa, joten tyhjänä ajon pienentyminen kasvattaa keskikulutusta. On myös muistettava, että keskikulutukseen vaikuttaa voimakkaasti kuljettajien ajotapa, jota tässä tarkastelussa ei voitu ottaa huomioon tätä koskevien tilastojen ja tutkimusten puuttuessa.

Energiatehokkuuden kasvu vuoteen 2002 johtui pääosin tyhjänä ajon vähenemisestä, mikä näkyy kuvassa 13 kuormattun ja kokonaisliikennesuoritteiden viivojen irtautumisesta toisistaan. Tyhjänä ajo oli itse asiassa alimmalla tasollaan vuonna 2003, mutta silloin myös keskikuorma oli huomattavasti pienempi kuin vuonna 2002, joten energiatehokkuus ei yltänyt vuoden 2002 tasolle. Vuoden 2002 jälkeen tyhjänä ajo on tasaantunut, mutta keskikuorma on pienentynyt, minkä vuoksi energiatehokkuus on laskenut. Keskikuorman lasku näkyy kuljetussuoritteiden ja kuormattun liikennesuoritteiden viivojen erkaantumisena. Keskikulutus on myös hieman laskenut ja hidastanut näin keskikuorman laskusta johtunutta energiatehokkuuden laskua. Keskikulutuksen lasku näkyy kokonaisliikennesuoritteiden ja energiankulutuksen viivojen erkaantumisena.

4.5.3 Energiatehokkuussopimuksen tavoitteen määrittely

Tavarankuljetusten ja logistiikan energiatehokkuussopimuksessa asetettiin tavoitteeksi vuodelle 2016 "9 prosentin energiansäästö verrattuna vuosien 2001–2005 keskimääräi-

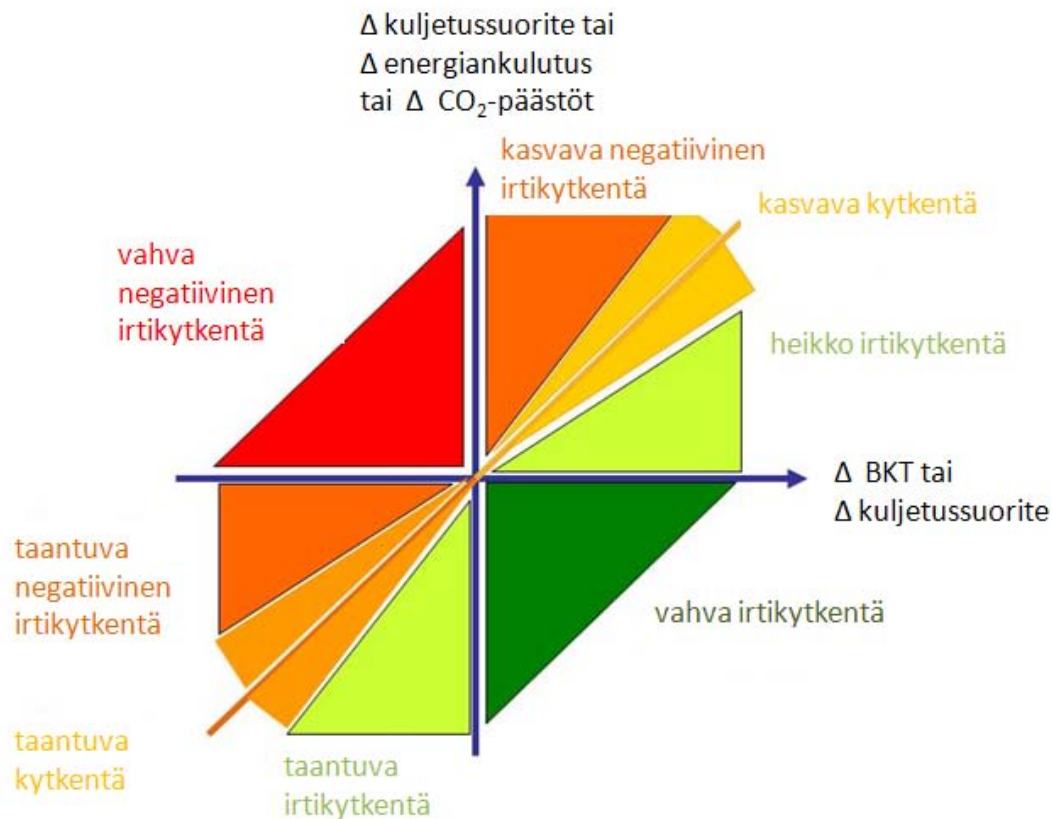
seen energiankulutukseen, jos kuljetussuorite (tonnikilometrit) on pysynyt vuoden 2008 tasolla” (Motiva 2008). Tavoitteen sanamuoto jättää jonkin verran tilaa tulkinnalle, eikä sopimuksessa määritellä, mistä lähteestä nämä tunnusluvut saadaan. Kuten jo todettua, ennen tätä tutkimusta ainoat tietolähteet olivat energiankulutukselle LIPASTO ja kuljetussuoritteelle Tieliikenteen tavarankuljetustilasto, joiden arviot liikennesuoritteesta ovat hyvin erilaiset (tavarankuljetustilastossa 17–30 % pienempi kuin LIPASTOssa; Liimatainen 2010), eikä niiden yhdistäminen ole järkevää. Tässä tutkimuksessa energiankulutustieto on kuitenkin yhdistetty tavarankuljetustilastoon ja tavoitteen määrittäminen on siltä osin mahdollista.

Vuosien 2001–2005 energiankulutuksen keskiarvo oli 8904 GWh, joten 9 prosentin säästö tästä tarkoittaisi vuodelle 2016 tavoiteltavaksi energiankulutukseksi 8103 GWh, jos kuljetussuorite on vuoden 2008 tasolla, eli 27,6 mrd. tkm. Siten energiatehokkuustavoite on 3,41 tkm/kWh vuodelle 2016. Tämä tarkoittaa, että vuoden 2008 tasosta 3,03 tkm/kWh tarvitaan 12,5 % parannus energiatehokkuuteen, jotta tavoitteeseen päästäisiin. Koska energiatehokkuus on heikentynyt viime vuosina, vuoden 2010 tasosta 2,98 tkm/kWh tarvitaan jo 14,5 % parannus energiatehokkuuteen vain kuuden vuoden aikana. Hiilidioksidipäästöinä vuoden 2016 energiankulutustavoite 8103 GWh tarkoittaa noin 2,13 miljoonaa tonnia. Onkin mielenkiintoista, että vuonna 2009 hiilidioksidipäästöt (2,14 milj. t) olivat jo lähes tällä tasolla laman seurauksena, vaikka energiatehokkuus oli kaukana tavoitteesta. Vuoden 2010 tasosta 2,30 milj. tonnia tarvitaan kuitenkin 7 % vähennys hiilidioksidipäästöihin tavoitteeseen pääsemiseksi. Energiatehokkuus ja hiilidioksidipäästöt eivät siis välttämättä muutu samaan suuntaan, joten toinen voidaan saavuttaa, vaikka toisesta ollaan yhä kauempana, kuten vuoden 2009 tilanne osoitti. Tämä korostaa sitä, että liikennepoliittisessa ohjauksessa ei pidä seurata vain yhtä mittaria, vaan tiekuljetusalan energiatehokkuutta ja päästöjä pitää tarkastella kokonaisuutena aina bruttokansantuotteen ja toimialatason muutoksista lähtien.

4.6 Talouden, kuljetusten ja hiilidioksidipäästöjen yhteys toimialatasolla

Talouden ja kuljetussuoritteen kytkennällä tarkoitetaan tilannetta, jossa kuljetussuorite kasvaa tai pienenee bruttokansantuotteen muutoksen mukana ja kuljetusintensiteetti pysyy siten melko vakiona. BKT:n muutos ja kuljetussuoritteen muutos tapahtuvat siis samaan suuntaan ja kuljetussuoritteen BKT-jousto (tkm-muutos jaettuna BKT-muutoksella) on tyypillisesti 0,8–1,2. Mikäli kuljetussuorite ja bruttokansantuote muuttuvat eri suuntiin tai selvästi eri nopeudella, tapahtuu irtikytkentä. Negatiivinen irtikytkentä on kyseessä silloin, kun kuljetussuorite kasvaa BKT:ta nopeammin (tai pienenee hitaammin), jolloin kuljetusintensiteetti kasvaa eli saman BKT:een tuottamiseen tarvitaan entistä enemmän kuljetuksia. Tavoiteltava ja myös EU:n liikennepoliitikassa tavoiteltu suunta olisi irtikytkentä, jossa kuljetussuorite kasvaa BKT:ta hitaammin (heikko irtikytkentä) tai jopa pienenee vaikka BKT kasvaa (vahva irtikytkentä). Tällöin kuljetusintensiteetti pienenee, eli saman BKT:een tuottamiseen tarvitaan entistä vähemmän kuljetuksia.

Tapio (2005) esitteli talouden ja kuljetussuoritteen irtikytkennän analysointiin soveltuvan mallin, jota tässä tutkimuksessa sovelletaan hieman muokattuna (kuva 14). Laajennamme mallia ja analysoimme sillä myös kuljetussuoritteen ja kuljetuksista aiheutuvien hiilidioksidipäästöjen irtikytkentää. Sovellamme mallia myös yksityiskohtaisemmalla tasolla, kun tarkastelemme muutoksia toimialatasolla.



Kuva 14. Irtikytkennän tyypit. (muokattu lähteistä Tapio 2005; Finel & Tapio 2012)

Kuljetusintensiteetin lisäksi mallilla voidaan tarkastella energiatehokkuuden muutosta, eli kuljetusten energiankulutuksen ja kuljetussuoritteen irtikytkentää. Tällöin vaaka-akselilla on kuljetussuoritteen muutos ja pystyakselilla energiankulutuksen muutos. Samoin voidaan tarkastella CO₂-intensiteetin muutosta, eli kuljetusten hiilidioksidipäästöjen ja talouden irtikytkentää. Tällöin vaaka-akselilla on bruttokansantuotteen muutos ja pystyakselilla kuljetusten hiilidioksidipäästöjen muutos.

Suomen tasolla on tapahtunut vuosina 1995–2010 heikko irtikytkentä talouden ja kuljetussuoritteen välillä sekä talouden ja kuljetusten hiilidioksidipäästöjen välillä (taulukko 8). Suomessa tiekuljetukset tuottavat nyt selvästi vähemmän hiilidioksidipäästöjä bruttokansantuotetta kohti kuin 16 vuotta sitten (48 gCO₂/€ vuonna 1995, 33 gCO₂/€ vuonna 2010). Energiatehokkuuden suhteen on kuitenkin voimassa kasvava kytkentä, eli sekä kuljetussuorite että kuljetusten energiankulutus ovat kasvaneet. Näin ollen tiekuljetusten energiatehokkuus on nyt lähes sama kuin 16 vuotta sitten (2,97 tkm/kWh vuonna 1995, 2,98 tkm/kWh vuonna 2010). Hiilidioksidipäästöjen BKT:ta hitaampi kasvu on siis lähinnä pienentyneen kuljetusintensiteetin tulosta. Suomen talous käyttää nyt aiempaa vähemmän tiekuljetuksia bruttokansantuotteen tuottamiseen. Näin ollen muutoksessa näyttääkin olevan kyse toimialatasen muutoksista.

Suomen tason muutokset kätkevät merkittäviä muutoksia toimialatasolla. Pääasiallinen muutos on ollut talouden ja kuljetusten painopisteen siirtyminen massatavaraa kuljettavista toimialoista kappaletavaraa kuljettaville toimialoille. Massatavaraa kuljettavat toimialat, kuten metsä-, energia- ja kemianteollisuus sekä rakentaminen tarvitsevat pienevän osan Suomen tiekuljetuksista. Kuljettaminen on näillä toimialoilla hyvin energiatehokasta, eli ne tuottavat selvästi enemmän kuljetussuoritetta energiayksikköä kohti kuin teknologiateollisuuden tai kaupan kuljetukset. Erityisesti muutokseen on johtanut metsä-

teollisuuden tärkeyden pieneneminen ja teknologiateollisuuden sekä kaupan kasvu. Kun palvelusektori rajataan tarkastelun ulkopuolelle, metsäteollisuuden osuus arvonlisäyksestä oli vuonna 1995 20 %, mutta vuonna 2010 enää 14 %. Vastaavasti metsäteollisuuden osuus kuljetussuoritteesta laski 31 prosentista 26 prosenttiin ja osuus kuljetusten hiilidioksidipäästöistä laski 25 prosentista 20 prosenttiin vuosina 1995–2010.

Teknologiateollisuuden arvonlisäys on puolestaan kasvanut 2,6-kertaiseksi vuodesta 1995 vuoteen 2010, mutta samalla kuljetussuorite ja hiilidioksidipäästöt ovat kasvaneet vain noin 40 %. Teknologiateollisuudessa on siis tapahtunut talouden ja kuljetussuoritteen sekä hiilidioksidipäästöjen heikko irtikytkentä ja kuljetussuoritteen ja hiilidioksidipäästöjen kasvava kytkentä. Osa teknologiateollisuuden kuljetusten kasvusta voi johtua myös muiden toimialojen muutoksesta. Tämä johtuu siitä, että tavarankuljetustilastossa yksilöimättömät tavarat (esim. kontit, joiden sisältö ei ole tiedossa ja monia tavaralajeja sisältävät lavakuljetukset) lasketaan teknologiateollisuuden kuljetuksiksi. Yksilöimättömien tavaroiden kuljetuksia oli 6 % kuljetussuoritteesta vuonna 1995 mutta 11 % vuonna 2010. Jos siis muilla toimialoilla käytetään enemmän yksilöimättömiä kappale-tavarakuljetuksia, tämä muutos on siirtynyt teknologiateollisuuden kuljetussuoritteen kasvuksi. Tämä korostaa edelleen teknologiateollisuuden kuljetusintensiteetin nopeaa pienenemistä.

Taulukko 8. Talouden, kuljetussuorituksen ja kuljetusten hiilidioksidipäästöjen irtikytKentä toimialoittain 1995-2010.

1995–2010	Metsä- teollisuus	Elintarvike- teollisuus	Energia- teollisuus	Rakentaminen	Kemian- teollisuus	Teknologia- teollisuus	Jätehuolto ja kunnossapito	Kauppa	Yhteensä il- man palve- lusektoria
Osuus arvonnäyk- sestä 1995 → 2010	20 % → 14 %	9 % → 7 %	5 % → 4 %	16 % → 14 %	6 % → 5 %	22 % → 34 %	1 % → 1 %	21 % → 22 %	100 %
Osuus kuljetussuo- ritteesta 1995 → 2010	31 % → 26 %	14 % → 10 %	7 % → 6 %	18 % → 19 %	6 % → 5 %	15 % → 17 %	3 % → 5 %	8 % → 13 %	100 %
Osuus energiasta ja CO ₂ -päästöistä 1995 → 2010	25 % → 20 %	13 % → 10 %	5 % → 4 %	17 % → 16 %	4 % → 3 %	16 % → 19 %	8 % → 13 %	11 % → 15 %	100 %
Arvonnäyksen muutos	19 %	20 %	27 %	46 %	54 %	159 %	57 %	75 %	50 %
Kuljetussuorituksen muutos	-3 %	-12 %	-4 %	21 %	-5 %	38 %	129 %	86 %	16 %
Energiankulutuksen ja CO ₂ -päästöjen muutos	-11 %	-9 %	-7 %	7 %	-17 %	41 %	100 %	64 %	16 %
CO ₂ -intensiteetti gCO ₂ /€	62 → 47	66 → 50	55 → 42	52 → 38	35 → 19	35 → 19	686 → 876	25 → 24	48 → 33
	vahva irtikyt- kentä	vahva irtikyt- kentä	vahva irtikyt- kentä	heikko irtikyt- kentä	vahva irtikyt- kentä	heikko irtikyt- kentä	kasvava negatiivien irtikyt- kentä	kasvava kyt- kentä	heikko irtikyt- kentä
Kuljetusintensiteetti tkm/€	0,85 → 0,70	0,79 → 0,58	0,79 → 0,61	0,61 → 0,50	0,60 → 0,37	0,36 → 0,19	2,51 → 3,67	0,21 → 0,22	0,55 → 0,38
	vahva irtikyt- kentä	vahva irtikyt- kentä	vahva irtikyt- kentä	heikko irtikyt- kentä	vahva irtikyt- kentä	heikko irtikyt- kentä	kasvava negatiivien irtikyt- kentä	kasvava kyt- kentä	heikko irtikyt- kentä
Energiatehokkuus tkm/kWh	3,6 → 3,9	3,2 → 3,1	3,8 → 3,9	3,1 → 3,5	4,5 → 5,2	2,7 → 2,7	1,0 → 1,1	2,2 → 2,5	2,97 → 2,98
	taantuva irti- kytkentä	taantuva negatiivien irtikyt- kentä	taantuva irti- kytkentä	heikko irtikyt- kentä	taantuva irti- kytkentä	kasvava kyt- kentä	heikko irtikyt- kentä	heikko irtikyt- kentä	kasvava kyt- kentä

Taulukosta 8 nähdään, että suurin suhteellinen muutos kuljetussuoritteessa ja kuljetusten energiankulutuksessa on tapahtunut jätehuollon ja kunnossapidon toimialalla. Kasvu johtunee osaltaan kierrätyksen kasvusta ja jätėjakeiden määrän kasvusta, minkä vuoksi jätteitä joudutaan kuljettamaan eri autoilla. Osa muutoksesta johtunee myös vuoden 2010 runsaslumisesta talvesta, jonka vuoksi auras- ja hiekoitusajoja oli paljon. Toinen runsaasti kasvanut toimiala on kauppa, jonka kuljetussuorite on lähes kaksinkertaistunut 1995–2010. Kaupan osuus kuljetussuoritteesta on tällä aikavälillä kasvanut 8 prosentista 13 prosenttiin. Kasvu voi osaltaan johtua siitä, että kauppa on ottanut ohjaukseensa aiemmin teollisuuden hallinnassa olleita kuljetuksia. Tämä näkyy kaupan kuljetusten osuuden kasvuna, koska kasvava osa tavarankuljetustilaston vastaajista valitsee pääasialliseksi asiakkaakseen teollisuuden sijaan kaupan. Tilastojen pohjalta irtikykentää toimialoilla voidaan analysoida tarkemmin kolmen indikaattorin muutoksen avulla. Nämä indikaattorit ovat:

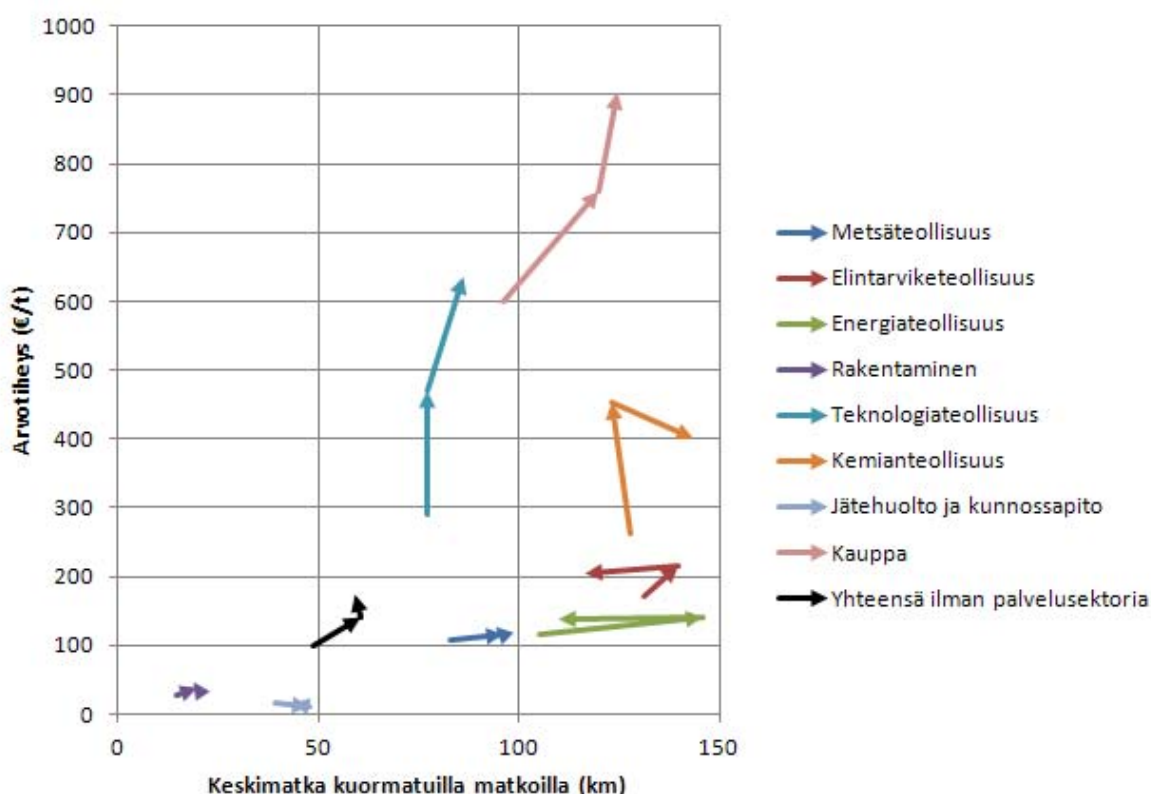
- kuljetusintensiteetti: kuljetussuorite (tkm) / arvonlisäys (€)
- kaluston käyttöaste: liikennesuorite (km) / kuljetussuorite (tkm)
- polttoaineenkulutus: polttoaineenkulutus (l) / liikennesuorite (km)

4.6.1 Kuljetusintensiteetti

Kuljetusintensiteetti on tiekuljetussuoritteen (tkm) ja arvonlisäyksen (€) suhde, tkm/€. Sen määrittävät tarkastelussamme muutokset kahdessa indikaattorissa, arvotiheydessä ja keskimatkassa lastatuilla matkoilla. Näiden lisäksi kuljetusintensiteettiin vaikuttavat myös kuljetusmuotojakauma ja käsittelykerroin. Suomessa kuljetusmuotojakauma on pysynyt tarkasteltavalla aikavälillä vakaana. Tiekuljetusten osuus on ollut suurimmillaan 90 % ja pienimmillään 88,6 % kotimaassa kuljetusta tavaramäärästä, joten kuljetusmuotojakauman muutokset eivät ole juuri vaikuttaneet kuljetusintensiteettiin. Käsittelykerroin tarkoittaa kansantaloudessa tuotetun tavarantoiminnan määrän (t) ja kuljetetun tavarantoiminnan määrän (t) suhdetta (McKinnon 2010). Se tarkoittaa siis käytännössä, kuinka monta kertaa samaa tavaraa käsitellään kuljetusketjun aikana. Käsittelykertoimen laskemiseen tarvittaisiin tieto Suomessa tuotettujen tavaroiden painosta, mutta tällaista tietoa ei ole saatavissa.

Arvotiheys on arvotiheyden ja tiekuljetusmäärän suhde (€/t) ja kuvaa siis kuljetettavan tavarantoiminnan arvon (tilastossa koko toimialan arvonlisäys) ja painon suhdetta. Suomessa arvotiheys on kasvanut lähes kaikilla toimialoilla ja lisäksi kuljetusmäärässä on tapahtunut siirtymää arvokkaampia tavaroita kuljettavien toimialojen suuntaan. Koko Suomen tasolla arvotiheys on kasvanut 73 % vuosina 1995–2010 ja suurin tekijä muutoksessa on teknologiateollisuuden arvotiheyden kasvaminen 118 % tällä aikavälillä. Arvotiheyden kasvu onkin kuljetusintensiteetin pienenemisen syy Suomessa.

Kuormattujen matkojen keskimatka on kasvanut Suomessa hieman kaikilla toimialoilla elintarviketeollisuutta lukuun ottamatta. Suomen tasolla keskimatka on kasvanut 22 % vuodesta 1995 vuoteen 2010. Elintarviketeollisuudessa keskimatka on lyhentynyt 11 %, kun taas rakentamisen ja kaupan kuljetukset ovat pidentyneet 30 %. Rakentamisen kuljetukset ovat silti edelleen hyvin lyhyitä, keskimäärin vain 19 kilometrin mittaisia, sillä valtaosa rakentamisen kuljetuksista on maa-aineskuljetuksia. Kuljetusmatkan kasvu johtunee maanottopaikkojen siirtymisestä yhä kauemmas kasvukeskusten työmailta. Kaupan kuljetusten pidentymisen taustalla on todennäköisesti logistiikkakeskusten keskittäminen pääkaupunkiseudulle ja koko Suomen jakelun hoitaminen yhden logistiikkakeskuksen kautta, sekä edellä kuvattu teollisuuden ohjaamien kuljetusten siirtyminen kaupan toimialalle. Elintarviketeollisuuden keskimatkojen lyheneminen voi liittyä tähän samaan muutokseen. Elintarvikkeiden kuljetusten ohjaus on siirtynyt kaupalle ja elintarviketeollisuus ohjaa itse vain lähialueille tapahtuvia kuljetuksia. Keskimatkan pidentyminen kasvattaa kuljetusintensiteettiä, mutta tämän vaikutus on paljon pienempi kuin vastakkaiseen suuntaan vaikuttava voimakas arvotiheyden kasvu. Näin ollen kuljetusintensiteetti on pienentynyt niin Suomen tasolla kuin lähes kaikilla toimialoilla (kuva 15).

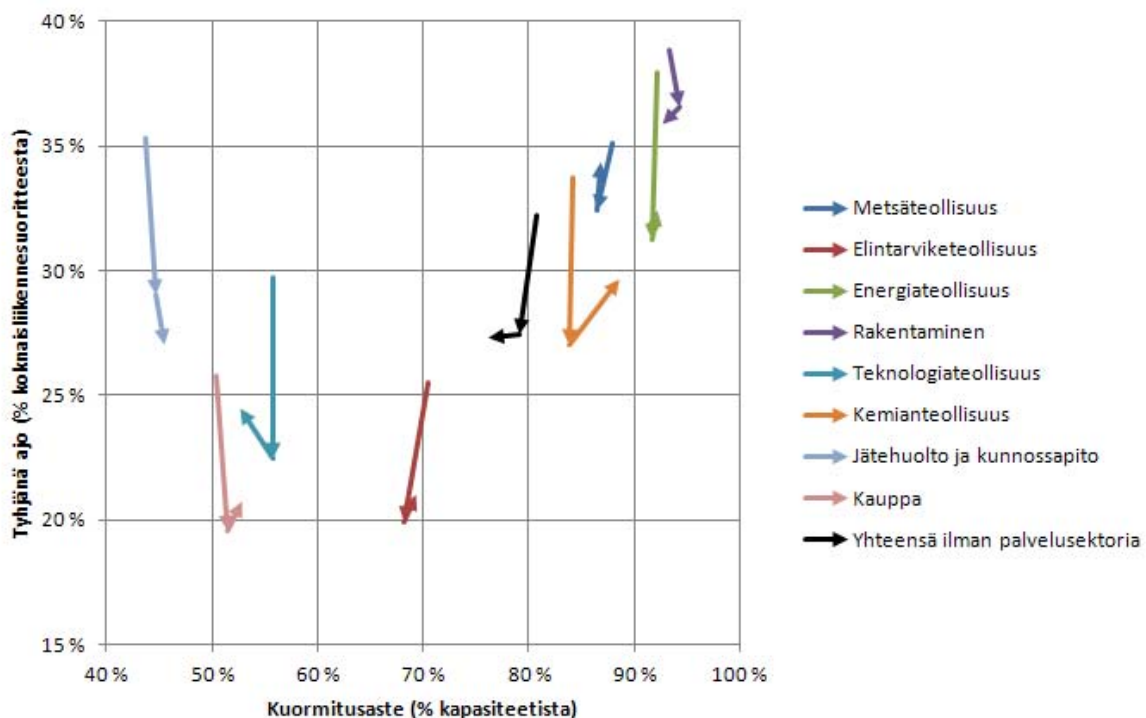


Kuva 15. Arvotiheyden ja keskimatkan muutokset toimialoilla 1995→2002→2010.

Kuvassa 15 on esitetty toimialoittain arvotiheyden ja keskimatkan arvo vuosina 1995, 2002 ja 2010. Nuolen lähtöpiste on näiden arvot vuonna 1995, taitekohdassa on arvot vuonna 2002 ja nuolen kärjessä arvot vuonna 2010. Vuosi 2002 on aikasarjan puolivälissä, mutta se on myös vuosi, jolloin Suomen tiekuljetusten energiatehokkuus oli korkeimmillaan. Kestävän kehityksen näkökulmasta olisi parasta, että toimialojen muutos 1995–2010 olisi kuvassa kohti vasenta yläkulmaa, eli toimialoilla kuljetettaisiin arvokkaampia tuotteita lyhyempiä matkoja. Vain elintarviketeollisuudessa muutos on ollut tähän suuntaan, muilla toimialoilla arvotiheys on kyllä kasvanut, mutta myös kuljetukset ovat pidentyneet.

4.6.2 Kaluston käytön tehokkuus

Kaluston käytön tehokkuuteen vaikuttaa kaksi indikaattoria, kuorma-auton kuormitusaste kantavuuden suhteen kuormatuilla matkoilla ja tyhjänä ajon osuus kokonaisliikennesuoritteesta. Kaluston käytön tehokkuus määrittää, kuinka paljon liikennesuoritetta tarvitaan kuljetussuoritteiden toteuttamiseen. Käytön tehokkuuteen vaikuttavat tekijät vaikuttavat myös tiekuljetusten energiatehokkuuteen. Toimialojen väliset erot ovat selviä, kuten kuvasta 16 nähdään. Pääasiassa massatavaraa kuljettavilla toimialoilla (rakentaminen, energia-, kemian- ja metsäteollisuus) kuormitusaste on korkea, mutta tyhjänä ajoa on myös suhteellisen paljon. Kappaletavaraa kuljettavilla toimialoilla (kauppa ja teknologiateollisuus) puolestaan kuormitusaste on matala, mutta myös tyhjänä ajoa on vähän. Elintarviketeollisuus sijoittuu näiden ryhmien väliin melko korkealla kuormitusasteella ja pienellä tyhjänä ajon osuudella. Jätehuollon ja kunnossapidon kuljetuksissa on puolestaan hyvin matala kuormitusaste ja melko korkea tyhjänä ajon osuus.

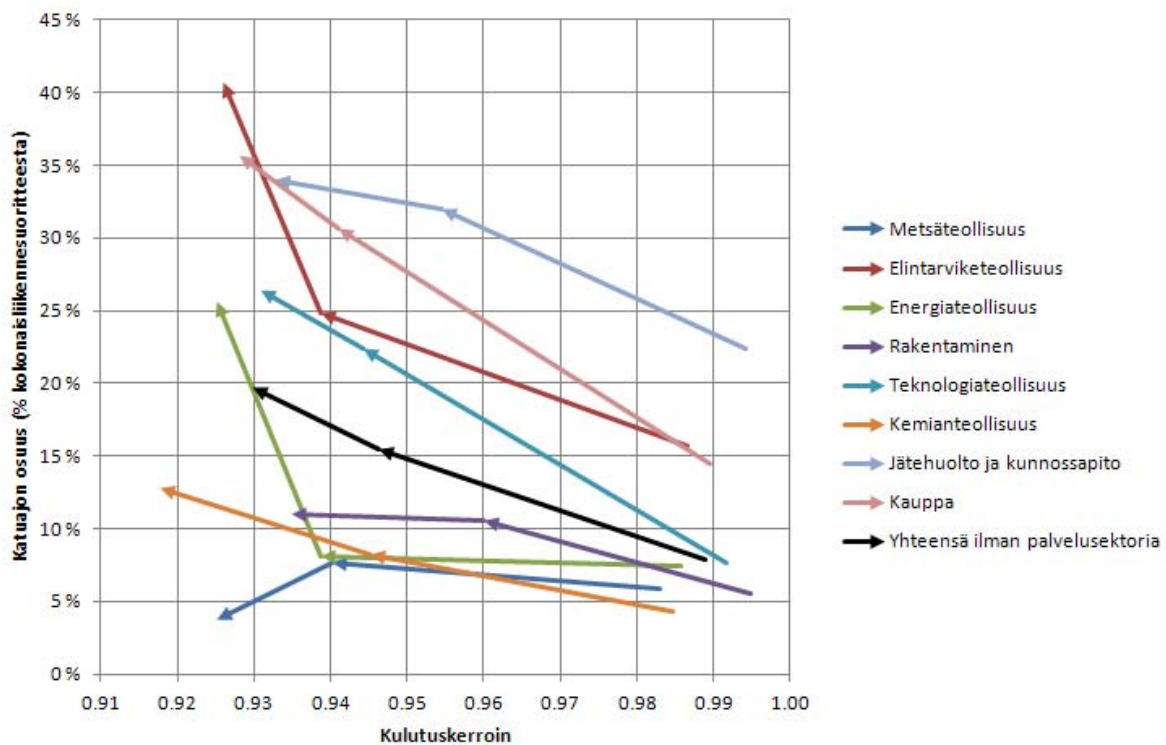


Kuva 16. Kuormitusasteen ja tyhjänä ajon muutokset toimialoilla 1995→2002→2010.

Kaikilla toimialoilla tyhjänä ajo on selvästi vähentynyt vuodesta 1995 vuoteen 2002, mutta sen jälkeen tyhjänä ajo on lisääntynyt monilla toimialoilla. Kuormitusasteen osalta muutokset ovat toimialoilla eri suuntiin. Elintarvike-, metsä- ja teknolomiteollisuudessa kuormitusaste on pienentynyt, mutta kemianteollisuudessa ja kaupassa selvästi kasvanut. Kestävälle kehitykselle paras kehityssuunta olisi kohti oikeaa alakulmaa, jolloin kuorma-autojen kapasiteetti käytettäisiin täysimääräisesti hyväksi ja tyhjänä ajoa olisi mahdollisimman vähän. Kehitys on ollut tämänsuuntaista muutamalla toimialalla, mutta eniten kuljetuksia tarvitsevista toimialoista vain kaupan kuljetukset ovat kehittyneet tähän suuntaan. Koko Suomen tasolla tyhjänä ajon vähenemisestä johtuva positiivinen kehitys kaluston käytön tehokkuudessa on mitätöitynyt kuormitusasteen heikentymisellä. Näin kaluston käytön tehokkuus (tkm/km) on heikentynyt ja kehitys on ollut kestävän kehityksen näkökulmasta epätoivottavaa.

4.6.3 Polttoaineenkulutus

Polttoaineenkulutus määrittää, kuinka paljon energiaa kulutetaan ja hiilidioksidia päästetään ilmakehään kokonaisliikennesuoritetta ajettaessa. Polttoaineenkulutukseen vaikuttavat useat määritteet, kuten kuorma-auton omapaino, kuorman paino, moottorin ja voimansiirron tekniikka, aerodynamiikka, kuljettajan ajotapa ja muu liikenne. Kuitenkin vain muutamista näistä tekijöistä on saatavissa tietoa. Tilastoanalyysissämme kulutus lasketaan siis kuorma-auton kokonaispainon, EURO-luokan ja tietyypin perusteella. Kokonaispaino riippuu myös kuorma-auton käytön tehokkuudesta, joten tässä muutoksia tarkastellaan kahden riippumattoman tekijän, eli EURO-luokan ja tietyypin kautta. Kuvassa 17 on esitetty katuajon osuuden ja EURO-luokkien pohjalta lasketun kulutuskertoimen muutokset toimialoilla.



Kuva 17. Katuajon osuuden ja kulutuskertoimen muutokset toimialoilla 1995→2002→2010. (Huom: Jokaisella EURO-luokalla on oma kulutuskertoimen, joka ilmaisee, mikä on luokan autojen kulutus EURO 0 -luokan autoihin verrattuna. Kerroin on 1 EURO 0:lle, 0,931 EURO 1:lle, 0,924 EURO 2:lle, 0,947 EURO 3:lle, 0,899 EURO 4:lle ja 0,909 EURO 5:lle. Toimialan kulutuskertoimen on näiden painotettu keskiarvo sen mukaan, kuinka suuri osuus liikennesuoritteesta on ajettu kunkin EURO-luokan kuorma-autoilla.)

Kuvassa 17 kestävä kehityksen kannalta toivottava suunta on kohti vasenta alakulmaa, eli paremmalla kalustolla vähemmän kulutusta nostavaa katuajoa. Kaikki toimialat ovat uudistaneet kalustoaan merkittävästi vähemmän kuluttavaan suuntaan, vaikka muutokset nopeus ja lähtötaso vaihtelevat toimialoittain. Esimerkiksi kemian- ja energiateollisuuden toimialoilla käytettävillä kuorma-autoilla ajetaan vuosittain erittäin paljon verrattuna rakentamisen toimialalla käytettäviin kuorma-autoihin, joten autojen kierto on näillä toimialoilla nopeaa ja uusi kulutusta vähentävä tekniikka tulee nopeasti käyttöön. Toimialoista metsäteollisuus on ainoa, jossa myös katuajon osuus on vähentynyt ja kehitys on siten ollut kestävä kehityksen kannalta hyvään suuntaan. Katuajon osuuden kulutusta nostava vaikutus ei kuitenkaan ole ollut kovin suuri, vaan kehittyneen tekniikan myötä polttoaineenkulutus on koko Suomen tasolla laskenut vuoden 1995 38,4 l/100km tasosta 37,2 l/100km tasolle vuonna 2010.

4.6.4 Johtopäätöksiä

Tilastanalyysissä kehitettiin täysin uusi menetelmä polttoaineenkulutustiedon yhdistämiseen Tieliikenteen tavarankuljetustilaston aineistoon, mikä mahdollisti hyvin tarkan analyysin ja myös tavarankuljetusten ja logistiikan energiatehokkuussopimuksen tavoitteen määrittämisen. Tulevaisuudessa tietoa polttoaineenkulutuksesta voitaisiin kerätä suoraan tavarankuljetustilaston aineiston keräämisen yhteydessä liittämällä siihen kysymys jokaisen raportoidun matkan polttoaineenkulutuksesta tai edes tutkittavan auton keskikulutuksesta. Tällöin voitaisiin arvioida autokohtaisia eroja tavalla, joka ei ollut mahdollista tässä tutkimuksessa tehdyssä tietojen yhdistämisessä.

Toimialojen taloudellisella kehityksellä on erittäin suuri merkitys tiekuljetusten energiatehokkuuteen ja hiilidioksidipäästöihin. Massakuljetuksia hyödyntävät toimialat ovat kulje-

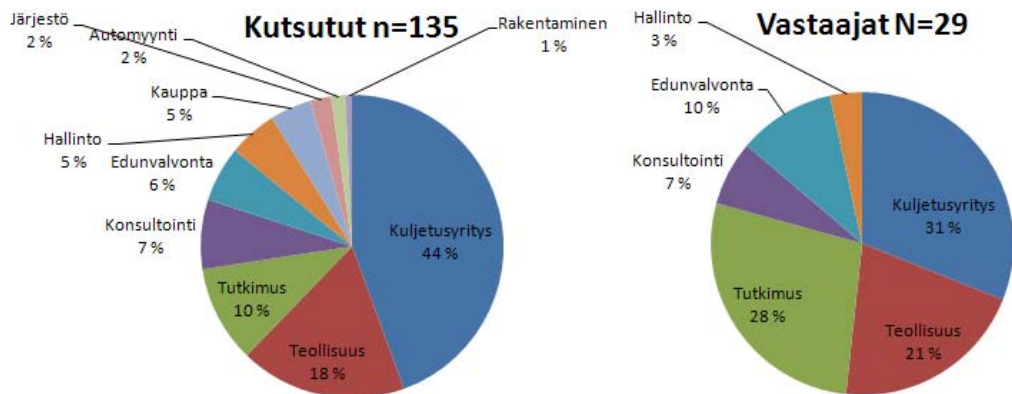
tusintensiivisiä, mutta kuljetukset ovat kuitenkin energiatehokkaita. Kuljetusten painotuminen näille toimialoille parantaisi energiatehokkuutta, mutta samalla se kasvattaisi hiilidioksidipäästöjä. Suomessa erityisesti vuoden 2002 jälkeen toteutunut kuljetusten painopisteen siirtyminen kappaletavaraa kuljettaville toimialoille on heikentänyt energiatehokkuutta, mutta myös vähentänyt kuljetusten hiilidioksidipäästöjä. Painopisteen siirtyminen on johtunut erityisesti metsäteollisuuden merkityksen pienenemisestä sekä kaupan ja teknologiateollisuuden merkityksen kasvusta.

Toimialarakenteen suuri merkitys tiekuljetusten energiatehokkuuteen ja päästöihin vaikeuttaa näihin liittyvää liikennepoliittista ohjausta. Suomen tasolle asetettiin energiatehokkuussopimuksessa energiatehokkuustavoite. Tavoitetta ei kuitenkaan ilmoitettu selkeänä lukuarvona sopimuksessa eikä siihen käytännössä ollut edellytyksiäkään ennen tätä tutkimusta. Suomessa tiekuljetusten energiatehokkuus on niin riippuvainen toimialojen taloudellisesta kehityksestä, että yksittäinen tavoite energiatehokkuudelle ei käytännössä toimi. Kullekin toimialalle voidaan kuitenkin perustellusti asettaa tavoite tiekuljetusten energiatehokkuudelle, koska toimialan sisäisten kuljetusten tehokkuuteen voidaan vaikuttaa liikennepoliittisilla keinoilla.

Myöskään tiekuljetusten hiilidioksidipäästöjen vähentämisen tavoitteiden saavuttaminen Suomessa ei ole käytännössä pelkästään liikennepoliittikan vaikutuspiirissä. Tiekuljetusten hiilidioksidipäästöjen määrä riippuu toimialojen taloudellisesta kehityksestä, joka määrittää kuljetussuoritteiden kysynnän ja siten myös tarvittavan liikennesuoritteiden ja aiheuttavat hiilidioksidipäästöt. Liikennepoliittikan onnistumista arvioitaessa huomio pitää kohdistaa luvussa 2 esitetyn arviointikehikon avainlukujen ja koontisuureiden Suomen tason tarkastelun sijaan indikaattoreihin ja niiden toimialatason tarkasteluun ja vaikuttamiseen. Tällöin voidaan vaikuttaa esimerkiksi eri kuljetusmuotojen hyödyntämiseen, yritysten logistiikkakeskusten sijoitteluun, kuljetusyhteistyön edistämiseen kuormitusasteen nostamiseksi ja tyhjänä ajon vähentämiseksi, polttoaineenkulutusta alentavan kalustotekniikan edistämiseen, taloudellisen ajotavan edistämiseen ja ruuhkien vähentämiseen tärkeillä kuljetusväylillä. Tässä esitetyn kaltainen toimialatason syvälinen analyysi on välttämätön liikennepoliittisten tavoitteiden saavuttamisen arvioimiseksi. Nyt tehty analyysi tuleekin toteuttaa vertailtavuuden säilyttämiseksi samansisältöisenä vuosittain. Tehty analyysi on yksityiskohtaisuudessaan maailmanlaajuisesti ainutlaatuinen, mutta analyysitapa on yleistettävissä ainakin EU:n sisällä tavarankuljetustietoa Suomen kanssa samalla tavoin kerääviin maihin. Tällainen kansainvälinen tutkimus mahdollistaisi ensimmäistä kertaa maiden todellisten erojen vertailun, kun samaa tutkimusmenetelmää käytettäisiin eri maissa.

5. Delfoi-tutkimus

Delfoi-kysely toteutettiin kahden kierroksen tutkimuksena. Asiantuntijapaneeliin kutsuttiin sähköpostitse 135 asiantuntijaa, jotka edustivat laajasti tiekuljetusalan sidosryhmiä. Asiantuntijapaneeliin kutsuttiin yrityskyselyssä siihen halukkuutensa ilmaisseiden kuljetusyritysten edustajat ja edustajat Suomen 20 suurimmasta kuljetusyrityksestä. Osa näistä yrityksistä osallistui myös tutkimuksen työpajatyöskentelyyn. Teollisuuden, kaupan ja rakentamisen edustajat olivat logistiikkapääallikoita, jotka olivat osallistuneet vuonna 2010 kaupan ja teollisuuden yrityksille tehtyyn logistiikan ympäristöraportointia koskeneeseen kyselyyn (Liimatainen 2010). Lisäksi teollisuuden edustajina kutsuttiin mukaan hankkeen työpajatyöskentelyyn kutsutut yritykset. Myös Suomen osto- ja logistiikkayhdistyksen (Logy) johto ja piirien hallituksissa olevat henkilöt kutsuttiin paneeliin. Tutkimuksen edustajina paneeliin kutsuttiin suomalaisten logistiikan opetusta tarjoavien korkeakoulujen ja VTT:n professoreita ja tutkijoita. Edunvalvontaa edustavat kuljetusalan etujärjestöjen edustajat. Hallinnon edustajiksi kutsuttiin ministeriöiden ja virastojen virkamiehiä. Lisäksi paneeliin kutsuttiin muutaman ympäristönsuojelujärjestön edustaja ja kuorma-autoja myyvän yrityksen edustaja. Kuvassa 18 on esitetty kutsuttujen ja vastaajien osuudet asiantuntijan edustaman näkökulman mukaan.



Kuva 18. Delfoi-tutkimuksen asiantuntijoiden edustamat näkökulmat.

Ensimmäinen kierros toteutettiin 29.8.–12.9.2011 ja kyselyyn saatiin 24 vastausta. Vastaukset analysoitiin ja niiden pohjalta uudistettu toisen kierroksen kysely toteutettiin 4.–17.10.2011. Toisella kierroksella saatiin 20 vastausta, joista 15 henkilöiltä, jotka olivat vastanneet jo ensimmäisellä kierroksella ja 5 uusilta vastaajilta. Tutkimukseen osallistui siis ensimmäisellä tai toisella kierroksella 29 henkilöä, jolloin vastausprosentti on 21 %. Vastaajista yksi ei antanut numeerisia arvioita tulevaisuudesta vaan vain sanalliset arviot. Vastaajat edustivat monipuolisesti tiekuljetusten sidosryhmiä, mutta kutsutuista sidosryhmistä kaupan, ympäristöjärjestöjen, automyynnin ja rakentamisen edustajia ei kyselyyn vastannut.

5.1 Kyselylomake

Kyselylomakkeena käytettiin Excel-tiedostoa, jossa oli etusivu, kahdeksan arvioitavan indikaattorin välillehteä ja yhteenvetosivu, jonka tiedot päivittyivät automaattisesti vastauksien mukaan. Etusivulla esitettiin arviointikehikko ja kuvattiin arviointitehtävä sekä kyselyn rakenne. Lopun yhteenvetosivulla vastaajat näkivät välittömästi, millainen tiekuljetusten energiatehokkuuden ja hiilidioksidipäästöjen tulevaisuus on heidän arvioidensa perusteella. Arvioitavat indikaattorit olivat arviointikehikon mukaisesti:

- bruttokansantuote
- arvotiheys
- kuljetusmuotojakauma

- tiekuljetusten keskimatka kuormattuna
- keskiuorma kuormatuilla matkoilla
- tyhjänä ajon osuus kokonaisliikennesuoritteesta
- keskimääräinen polttoaineenkulutus
- biopolttoaineen osuus käytetystä polttoaineesta.

Jokaisesta indikaattorista esitettiin kuva siihen vaikuttavista määritteistä ja koontisuureista, joihin indikaattori vaikuttaa. Samoin jokaisesta indikaattorista esitettiin sen historiallinen kehitys vuosina 1995–2009. Ensimmäisellä kierroksella asiantuntijoita pyydettiin arvioimaan kunkin indikaattorin osalta:

- mitkä tekijät selittävät historiallista kehitystä?
- mikä on todennäköinen indikaattorin arvo vuonna 2016 ja miksi näin tulee käymään?
- mikä on todennäköinen indikaattorin arvo vuonna 2030 ja miksi näin tulee käymään?

Toisella kierroksella vastaajille esitettiin kunkin indikaattorin kohdalta ensimmäisen kierroksen arvioiden mediaani ja vastaajan oma arvio indikaattorin arvosta vuonna 2016 ja 2030. Indikaattorin kuvaajassa esitettiin myös kaikki ensimmäisen kierroksen vastaukset viivoina, joten vastaaja näki arvioiden hajonnan. Asiantuntijoiden ensimmäisellä kierroksella tulevaisuuden arvioilleen esittämien perustelujen pohjalta muodostettiin toiselle kierrokselle väittämiä indikaattoriin vaikuttavista tekijöistä. Toisella kierroksella vastaajia pyydettiin arvioimaan:

- mikä on todennäköinen indikaattorin arvo vuonna 2016 ja 2030?
- vaikuttavatko esitetyt tekijät indikaattorin kehitykseen? (-2 = täysin eri mieltä ... +2 = täysin samaa mieltä)
- miten esitetyt tekijät muuttavat indikaattorin kehitystä? (Tekijän vaikutuksesta indikaattorin arvo -2 = pienenee paljon ... +2 = kasvaa paljon)

Näin ensimmäisen kierroksen laadulliset vastaukset pystyttiin muuttamaan määrällisesti arvioitavaan muotoon. Vastaajille annettiin myös mahdollisuus täydentää vaikuttavien tekijöiden listaa ja esittää perusteluja numeerisille arvioilleen.

5.2 Asiantuntijoiden ennusteet

5.2.1 Bruttokansantuote

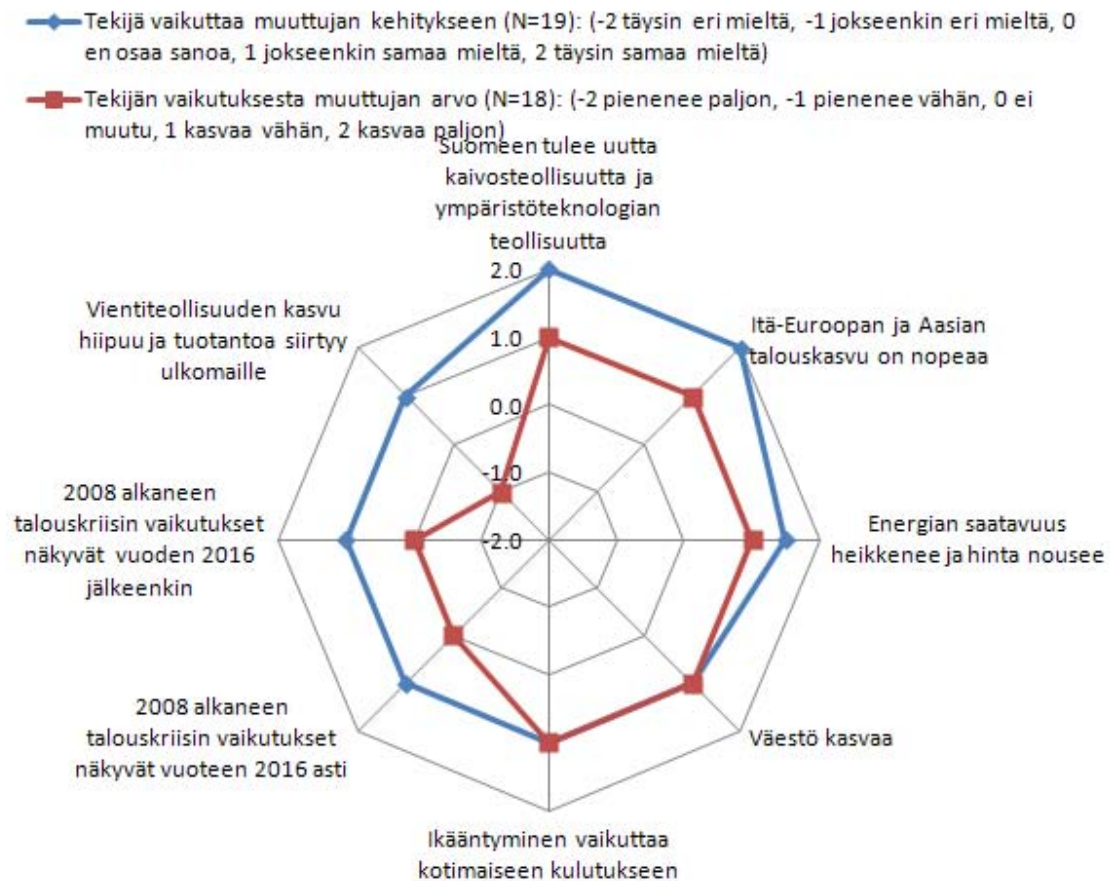
Asiantuntija-arvioiden mediaani ennakoi bruttokansantuotteelle maltillista kasvua tulevaisuudessa. Kaikkien arvioiden mediaani BKT:n arvoksi on 169,7 mrd. € vuonna 2016 ja 200 mrd. € vuonna 2030 (taulukko 9). Ensimmäisen ja toisen kierroksen jälkeen arvioiden mediaanit olivat hyvin lähellä toisiaan ja vuoden 2030 osalta täysin samat. Kierrosten välillä arviotaan muutti kolmannes vastaajista vuoden 2016 osalta ja 40 % vastaajista vuoden 2030 osalta. Arvioiden keskihajonta pieneni huomattavasti kierrosten välillä.

Taulukko 9. Asiantuntijoiden arviot BKT:n kehityksestä.

Vuosi	1995	2009	2016	2030
Toteutunut kehitys (mrd. €)	104,6	153,4		
1. kierroksen arvioiden (N=22) mediaani (mrd. €)			167,9	200,0
1. kierroksen keskihajonta			33,8	46,6
Kaikkien arvioiden (N=27) mediaani (mrd. €)			169,7	200,0
2. kierroksen keskihajonta			12,9	22,7
2. kierroksella arvionsa muuttaneita			33 %	40 %

Bruttokansantuotteen historiallisen kehityksen taustalla arvioitiin vaikuttaneen tärkeimpänä Nokia-klusterin kasvun, mutta myös vientiteollisuuden kasvu markkinoiden avau-

tumisen myötä, palveluliiketoiminnan kasvu ja yksityisen kulutuksen kasvu. Kasvun nopeuden arvioitiin olleen normaalia suurempi, koska taustalla oli 1990-luvun alun lama. Aikasarjan lopussa näkyi vastaajien mielestä vuonna 2008 alkaneen globaalin talouskriisin vaikutus. Talouskriisi heijastuu myös asiantuntijoiden tulevaisuusarvioissa, sillä BKT:n ennakoitiin palaavan vuoden 2008 tasolle vasta vuonna 2015 ja tulevaisuuden osalta talouskriisin uskottiin vaikuttavan vielä vuoden 2016 jälkeenkin ja pitävän bruttokansantuotetta nykyisellä tasolla (kuva 19).



Kuva 19. Bruttokansantuotteeseen vaikuttavien tekijöiden uskottavuus ja vaikutuksen suunta (asiantuntija-arvioiden mediaani).

Kuvasta 19 nähdään, että asiantuntijat olivat hyvin samanmielisiä siitä, että ensimmäisen kierroksen vastausten perusteella muotoillut tekijät vaikuttavat kaikki bruttokansantuotteen kehitykseen. Tekijöiden uskotaan myös pääosin vaikuttavan bruttokansantuotetta hiukan kasvattavasti, talouskriisin vaikutuksia ja vientiteollisuuden tuotannon siirtymistä lukuun ottamatta.

5.2.2 Arvotiheys

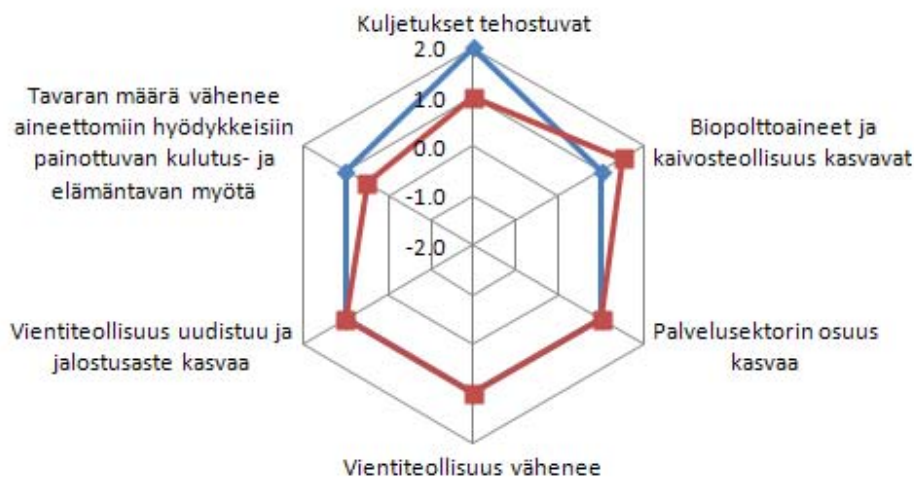
Asiantuntijat ennakoivat arvotiheyden jatkavan kasvuaan, mutta selvästi hitaammin kuin vuosina 1995–2009, jolloin arvotiheys kasvoi 73 %. Vuosina 2009–2030 arvotiheyden ennakoitiin kasvavan 20 %. Asiantuntijoiden arvioiden mediaani pysyi samana ensimmäisen ja toisen kierroksen arvioiden jälkeen, vaikka 40 % molemmilla kierroksilla vastanneista muutti arviotaan kierrosten välillä. Keskihajonta pieneni merkittävästi kierrosten välillä (taulukko 10).

Taulukko 10. Asiantuntijoiden arviot arvotiheyden kehityksestä.

Vuosi	1995	2009	2016	2030
Toteutunut kehitys (€/t)	232,2	401,1		
1. kierroksen arvioiden (N=23) mediaani (€/t)			430,0	480,0
1. kierroksen keskihajonta			95,1	217,1
Kaikkien arvioiden (N=28) mediaani (€/t)			430,0	480,0
2. kierroksen keskihajonta			22,9	91,6
2. kierroksella arvionsa muuttaneita			40 %	40 %

Arvotiheyden historiallisen kehityksen taustalla nähtiin vaikuttaneen teollisuuden painopisteen muuttumisen bulkkituotteista korkean jalostusasteen tuotteisiin, raaka-aineiden ja energian hintojen nousun, kulutuksen siirtymisen aineettomaan suuntaan ja logistiikan tehostumisen. Kuljetusten tehostumisen vaikutuksen kanssa asiantuntijat olivat samaa mieltä myös tulevaisuudessa (kuva 20). Kuljetusten tehostumisen pitäisi vähentää kuljettavan tavarantoimittajan määrää, jotta se kasvattaisi arvotiheyttä, kuten asiantuntijat ennakoivat. Käytännössä tämä tarkoittaa tavaroiden käsittelykertojen lukumäärän vähentymistä.

- Tekijä vaikuttaa muuttujan kehitykseen (N=19): (-2 täysin eri mieltä, -1 joihinkin eri mieltä, 0 en osaa sanoa, 1 joihinkin samaa mieltä, 2 täysin samaa mieltä)
- Tekijän vaikutuksesta muuttujan arvo (N=18): (-2 pienenee paljon, -1 pienenee vähän, 0 ei muutu, 1 kasvaa vähän, 2 kasvaa paljon)



Kuva 20. Arvotiheyteen vaikuttavien tekijöiden uskottavuus ja vaikutuksen suunta (asiantuntija-arvioiden mediaani).

Kaikkien tulevaisuutta muokkaavien tekijöiden suhteen asiantuntijat olivat samaa mieltä. On yllättävää, että biopolttoaineiden ja kaivosteollisuuden kasvun ennakoitaan kasvattavan arvotiheyttä. Näitä toimialoja ei pidetä korkean jalostusasteen aloina, mutta biopolttoaineet on ehkä nähty arvokkaampina kuin fossiilisten polttoaineiden jalostus ja kaivosteollisuus voi myös synnyttää Suomeen korkean jalostusasteen metalliteollisuutta.

5.2.3 Kuljetusmuotojakauma

Kuljetusmuotojen työnjaon asiantuntijat ennakoivat pysyvän nykyisenä vuoteen 2016, eikä vuoteen 2030 mennessäkään nähdä tiekuljetusten osuuden juuri laskevan (taulukko

11). Kyselyn kierrosten välillä asiantuntijaennusteiden mediaani ei muuttunut lainkaan ja keskihajontakin pieneni kierrosten välillä hyvin vähän, kun vain 7 % vastaajista muutti arviotaan kierrosten välillä vuoden 2016 osalta ja 20 % vuoden 2030 osalta.

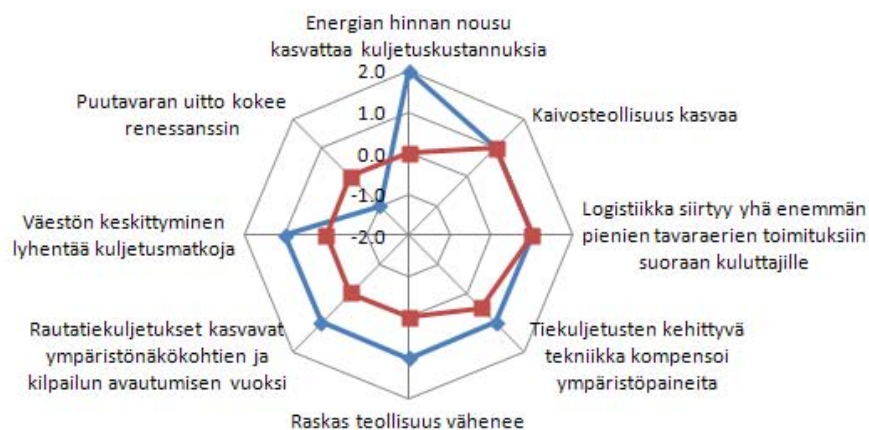
Taulukko 11. Asiantuntijoiden arviot tiekuljetusten kuljetusmääräosuuden kehityksestä.

Vuosi	1995	2009	2016	2030
Toteutunut kehitys (%)	90 %	90 %		
1. kierroksen arvioiden (N=23) mediaani (%)			90 %	88 %
1. kierroksen keskihajonta			0,03	0,07
Kaikkien arvioiden (N=28) mediaani (%)			90 %	88 %
2. kierroksen keskihajonta			0,03	0,06
2. kierroksella arvionsa muuttaneita			7 %	20 %

Asiantuntijat näkivät kuljetusmuotojen työnjaon olleen Suomessa jo pitkään vakiintunut. Rautatie- ja vesikuljetuksia käytetään aina kun se on vahvojen säännöllisten tavaravirtojen kuljettamisessa järkevää. Näillä kuljetusmuodoilla ei kuitenkaan nähty olleen tarvittavaa joustavuutta ja halua osuuden kasvattamiseen. Tiekuljetuksissa on myös paljon lyhyitä kuljetuksia ja tavaralajeja, joita ei voi kuljettaa muilla kuljetusmuodoilla.

— Tekijä vaikuttaa muuttujan kehitykseen (N=19): (-2 täysin eri mieltä, -1 joksikin eri mieltä, 0 en osaa sanoa, 1 joksikin samaa mieltä, 2 täysin samaa mieltä)

— Tekijän vaikutuksesta muuttujan arvo (N=18): (-2 pienenee paljon, -1 pienenee vähän, 0 ei muutu, 1 kasvaa vähän, 2 kasvaa paljon)



Kuva 21. Kuljetusmuotojakaumaan vaikuttavien tekijöiden uskottavuus ja vaikutuksen suunta (asiantuntija-arvioiden mediaani).

Asiantuntijat olivat jälleen samaa mieltä ensimmäisen kierroksen vastausten pohjalta muotoilluista tulevaisuuden vaikuttavista tekijöistä (kuva 21). Vain puutavaran uiton liisäntymiseen ei uskottu. Vaikka tiekuljetusten osuuden arvioitiin numeerisissa arvioissa hiukan pienenevän, asiantuntijoiden arvioiden mediaani ei osoita minkään tekijän kohdalla tekijän pienentävän tiekuljetusten osuutta. Useiden tekijöiden osalta muutoksen nähdään kuitenkin olevan 0 eli tekijät eivät ainakaan kasvata tiekuljetusten osuutta. Tiekuljetusten osuus saattaa asiantuntijoiden mukaan kasvaa kaivosteollisuuden kasvun myötä. Ilmeisesti asiantuntijat arvioivat, että uusien kaivosten kuljetuksia varten ei rakenne-

ta rautateitä. Myös pienten tavaraerien kuljettamisen lisääntyminen ja tiekuljetusten tekninen kehitys lisäävät tiekuljetusten osuutta.

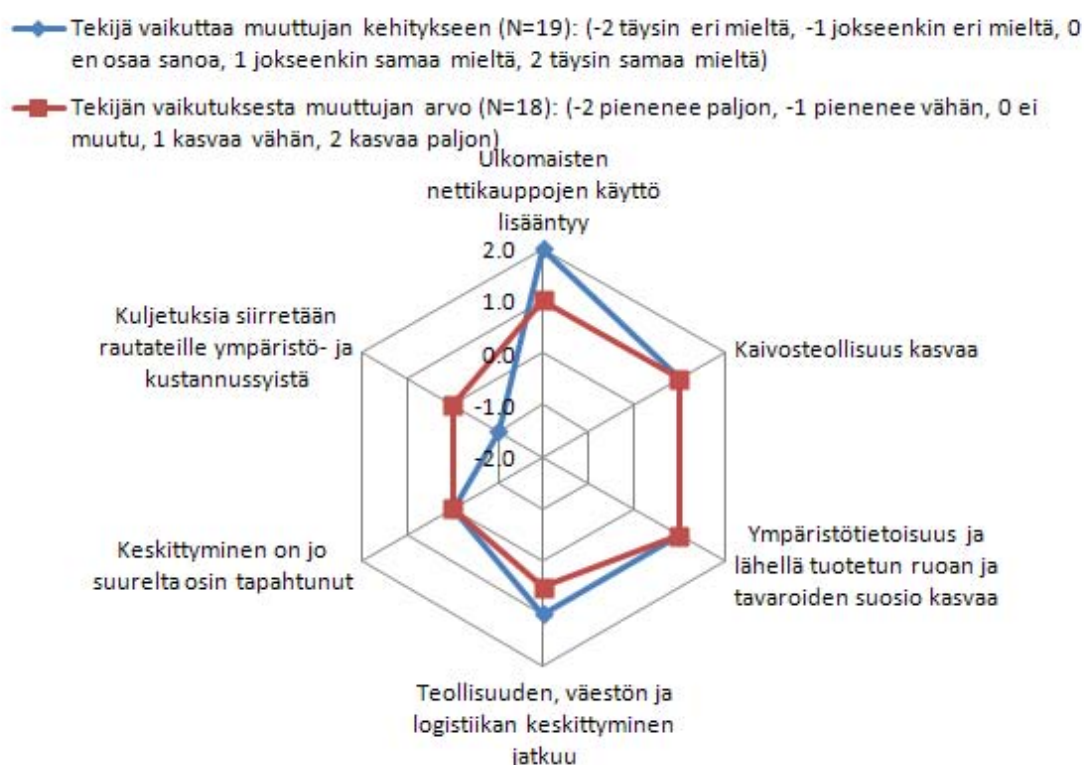
5.2.4 Keskimatka

Keskikuljetusmatkan kuormatuilla matkoilla asiantuntijat ennakoivat säilyvän noin 60 kilometrin tasolla, jossa se on ollut vuodesta 1997 lähtien. Ensimmäisen ja toisen kierroksen välillä ei juuri muutoksia ollut mediaanin suhteen ja keskihajonta pieneni vain hieman kierrosten välillä (taulukko 12).

Taulukko 12. Asiantuntijoiden arviot keskimatkan kehityksestä.

Vuosi	1995	2009	2016	2030
Toteutunut kehitys (km)	48,3	62,4		
1. kierroksen arvioiden (N=23) mediaani (km)			64,0	63,0
1. kierroksen keskihajonta			6,9	12,6
Kaikkien arvioiden (N=28) mediaani (km)			64,0	62,0
2. kierroksen keskihajonta			6,4	12,5
2. kierroksella arvionsa muuttaneita			20 %	33 %

Historiallisen kehityksen taustalla nähtiin teollisuuden ja kaupan toimipaikkojen vähentämisen ja logistiikan keskittämisen kasvattaneen kuljetusmatkaa, mutta tilanne on vakiintunut tarkastelujakson loppupuolella. Maa-ainekuljetusten määrän heilahtelujen nähtiin myös aiheuttavan keskimatkaan heilahtelua, koska nämä kuljetukset ovat hyvin lyhyitä ja niitä on merkittävä osa kuljetuksista.



Kuva 22. Keskimatkaan vaikuttavien tekijöiden uskottavuus ja vaikutuksen suunta (asiantuntija-arvioiden mediaani).

Tulevaisuudessa keskimatkaan arvioitiin vaikuttavan ulkomaisten nettikauppojen käytön lisääntymisen, kaivosteollisuuden kasvun, lähellä tuotetun ruoan ja tavaroiden suosion kasvun ja yleisen keskittymiskehityksen jatkumisen, jotka kaikki kasvattavat vähän kes-

kimatkaa (kuva 22). Sen sijaan keskimatkaa lyhentävän kuljetusten siirron rautateille suhteen oltiin epävarmoja. On yllättävää, että lähellä tuotetun ruoan ja tavaroiden suosi-
on kasvun nähdään kasvattavan kuljetusmatkoja. Tämän tekijän osalta arviot kuitenkin
jakautuivat ja yleisin vastaus (moodi) tähän oli -1, eli tekijän vaikutuksesta keskimatka
pienenee vähän.

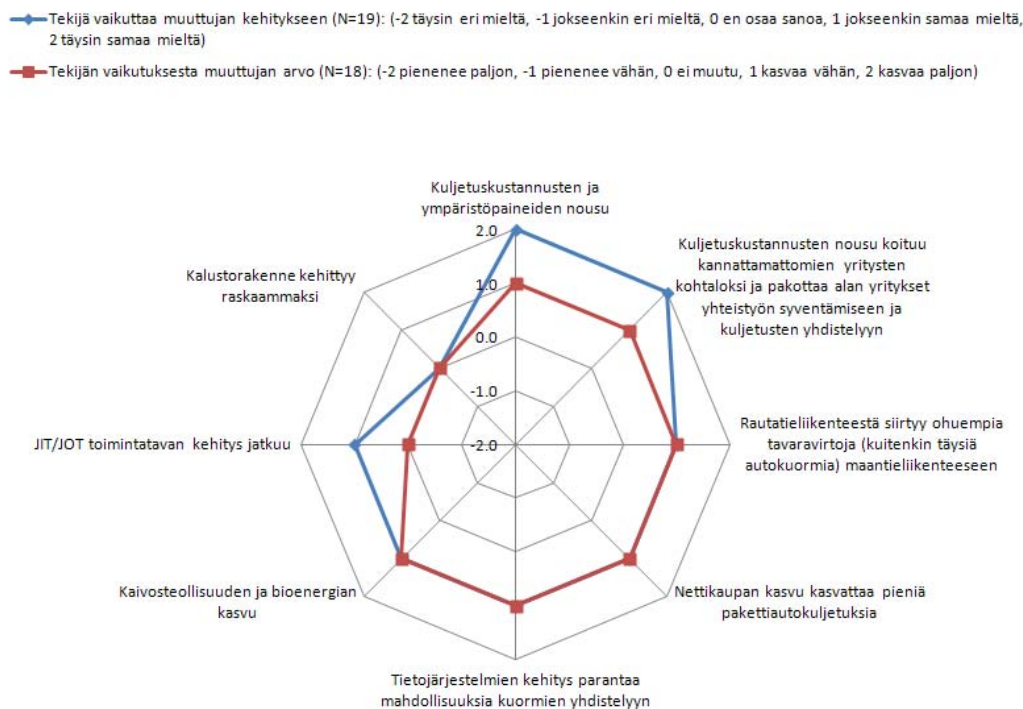
5.2.5 Keskikuorma

Keskikuorma kuormatuilla matkoilla on Suomessa pienentynyt vuosina 1995–2009, mut-
ta asiantuntijat ennakoivat tämän kehityksen taittuvan ja keskikuorman kasvavan 13,7
tonniin vuonna 2016 ja edelleen 14,5 tonniin vuonna 2030. Arvioiden mediaani ei juuri
muuttunut kierrosten välillä, mutta keskihajonta hieman kasvoi (taulukko 13).

Taulukko 13. Asiantuntijoiden arviot keskikuorman kehityksestä.

Vuosi	1995	2009	2016	2030
Toteutunut kehitys (t)	14,9	13,3		
1. kierroksen arvioiden (N=23) mediaani (t)			13,8	14,5
1. kierroksen keskihajonta			0,9	2,9
Kaikkien arvioiden (N=28) mediaani (t)			13,7	14,5
2. kierroksen keskihajonta			1,7	3,1
2. kierroksella arvionsa muuttaneita			13 %	20 %

Keskikuorman pienenemisen taustalla nähtiin vaikuttaneen JIT/JOT-toimintatavan (just in
time, juuri oikeaan tarpeeseen) yleistymisen kaikilla toimialoilla ja alihankintaverkostoon
perustuvaan toimintatapaan siirtyminen, jotka ovat lisänneet toimitusten määrää ja pie-
nentäneet kuormakokoa. Myös toimialarakenteen muutoksen raskaasta tavarasta kapp-
letavaraan nähtiin vaikuttaneen kuormakoon pienenemiseen.



Kuva 23. Keskikuormaan vaikuttavien tekijöiden uskottavuus ja vaikutuksen suunta (asiantuntija-arvioiden mediaani).

Keskikuorman kääntymiseen kasvuun tulevaisuudessa arvioitiin vaikuttavan erityisesti kuljetuskustannusten ja ympäristöpaineiden nousun, joka pakottaa alan yritykset lisäämään yhteistyötä ja yhdistelemään kuljetuksia (kuva 23). Tietojärjestelmien kehitys parantaa yhdistelyn mahdollisuuksia. Kalustorakenteen ei tarvitse muuttua keskikuorman kasvattamiseksi.

5.2.6 Tyhjänä ajo

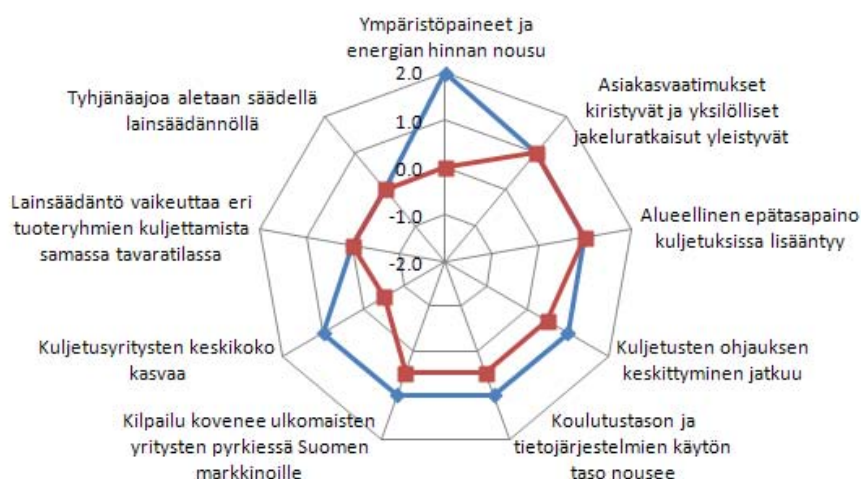
Asiantuntijat uskovat tyhjänä ajon edelleen vähentyvän tulevaisuudessa. Kierrosten välillä arvioiden mediaani ja keskihajonta eivät muuttuneet. Kukaan molemmilla kierroksilla vastanneista ei muuttanut arviotaan kierrosten välillä vuoden 2016 osalta, mutta vuoden 2030 osalta viidennes muutti arviotaan (taulukko 14).

Taulukko 14. Asiantuntijoiden arviot tyhjänä ajon kehityksestä.

Vuosi	1995	2009	2016	2030
Toteutunut kehitys (%)	32 %	26 %		
1. kierroksen arvioiden (N=23) mediaani (%)			25 %	21 %
1. kierroksen keskihajonta			0,02	0,03
Kaikkien arvioiden (N=28) mediaani (%)			25 %	21 %
2. kierroksen keskihajonta			0,02	0,03
2. kierroksella arvionsa muuttaneita			0 %	20 %

Tyhjänä ajon vähentämisen nähtiin olleen välttämätöntä kustannustehokkuuden ylläpitämiseksi. Kuljetukset ovat myös siirtyneet suurten toimijoiden (kauppa, teollisuus tai kuljetusverkosto) ohjaukseen. Suurilla toimijoilla on ollut paremmat edellytykset kuljetusten tehokkaaseen järjestelyyn ja kehittyvät tietojärjestelmät ovat auttaneet tässä. Myös rakenteellisesti paljon tyhjänä ajoa aiheuttavien toimialojen, kuten rakentamisen ja metsäteollisuuden merkitys on pienentynyt.

- Tekijä vaikuttaa muuttujan kehitykseen (N=19): (-2 täysin eri mieltä, -1 joihinkin eri mieltä, 0 en osaa sanoa, 1 joihinkin samaa mieltä, 2 täysin samaa mieltä)
- Tekijän vaikutuksesta muuttujan arvo (N=18): (-2 pienenee paljon, -1 pienenee vähän, 0 ei muutu, 1 kasvaa vähän, 2 kasvaa paljon)



Kuva 24. Tyhjänä ajoon vaikuttavien tekijöiden uskottavuus ja vaikutuksen suunta (asiantuntija-arvioiden mediaani).

Asiantuntijoista vain yksi arvioi tyhjänä ajon lisääntyvän vuoteen 2030, mutta silti kehitykseen vaikuttaviin tekijöihin liittyvissä arvioissa vain kuljetusyritysten keskikoon kasvun osalta asiantuntija-arvioiden mediaani näyttää vähentävän tyhjänä ajoa (kuva 24). Kyse voi olla kysymyksien väärästä tulkinnasta joidenkin vastaajien osalta, koska moodia tarkastellessa myös ympäristöpaineiden ja energian hinnan nousu, kuljetusten ohjauksen keskittyminen ja koulutustason ja tietojärjestelmien käytön tason nousu vähentävät tyhjänä ajoa. Moodin mukaan vain asiakasvaatimusten kiristyminen ja alueellisen epätasapainon lisääntyminen kasvattavat tyhjänä ajoa. Tärkein tulevaisuuteen vaikuttava tekijä on asiantuntijoiden mielestä ympäristöpaineiden ja energian hinnan nousu. Sen sijaan lainsäädännön vaikutukseen tyhjänä ajon määrään ei uskota.

5.2.7 Keskikulutus

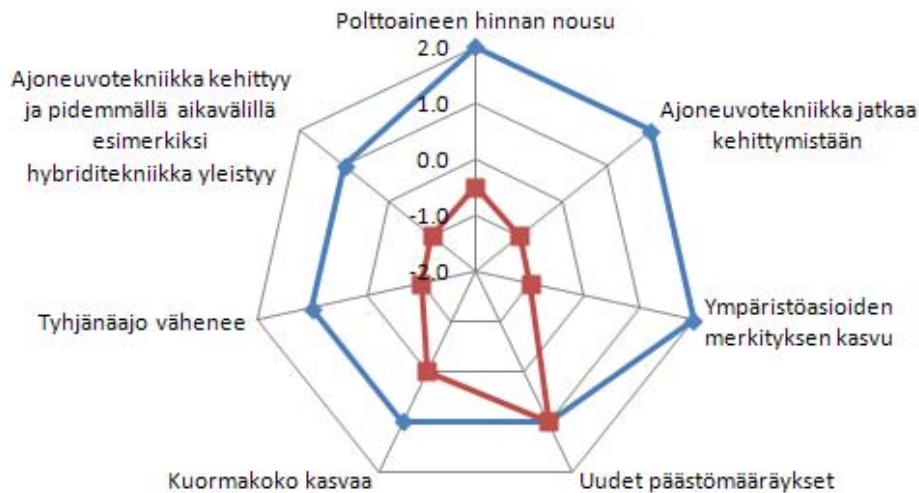
Keskikulutuksen osalta asiantuntijoille annettiin lähtötiedoksi tavarankuljetustilaston pohjalta laskettu korjaamaton keskikulutus (ks. luku 4.3, taulukko 6), minkä vuoksi tässä esitetyt keskikulutuslukemat ovat pienempiä, kuin edellä luvussa 4.6.3 esitettiin. Luvussa 6 esitettävien skenaarioiden tekemiseksi asiantuntija-arviot kuitenkin korjattiin vastaamaan korjattuja kulutuksia. Lukuarvojen sijaan olennaista Delfoi-kyselyn vastauksissa onkin kehityksen suunta ja siihen vaikuttavat tekijät. Asiantuntijat näkevät keskikulutuksen laskevan trendin jatkuvan ja hiukan kiihtyvän tulevaisuudessa. Kierrosten välillä mediaaniarvio ei muuttunut, mutta keskihajonta kasvoi hiukan (taulukko 15).

Taulukko 15. Asiantuntijoiden arviot keskikulutuksen kehityksestä.

Vuosi	1995	2009	2016	2030
Toteutunut kehitys (l/100km)	35,1	33,6		
1. kierroksen arvioiden (N=23) mediaani (l/100km)			32,0	29,0
1. kierroksen keskihajonta			1,1	4,8
Kaikkien arvioiden (N=28) mediaani (l/100km)			32,0	29,0
2. kierroksen keskihajonta			1,1	5,0
2. kierroksella arvionsa muuttaneita			20 %	33 %

Keskikulutuksen pienenemiseen on asiantuntijoiden mukaan vaikuttanut ensisijaisesti ajoneuvotekniikan kehitys. Ympäristö- ja kustannuspaineet ovat myös pakottaneet yrityksen kiinnittämään huomiota taloudelliseen ajotapaan, mikä on pienentänyt kulutusta. Näiden samojen tekijöiden vaikutuksen uskotaan jatkuvan myös tulevaisuudessa (kuva 25). Keskiuorman pienenemisen nähtiin historiallisesti pienentäneen kulutusta l/100km, mutta se on myös heikentänyt energiatehokkuutta tkm/kWh. Tulevaisuudessa kuormakoon uskotaan kasvavan, mutta sen ei nähdä muuttavan kulutusta. Pitkällä aikavälillä myös hybriditekniikan yleistymiseen ja kulutusta pienentävään vaikutukseen uskotaan. Kulutusta sen sijaan kasvattavat asiantuntijoiden mielestä uudet päästömääräykset.

- Tekijä vaikuttaa muuttujan kehitykseen (N=19): (-2 täysin eri mieltä, -1 joihinkin eri mieltä, 0 en osaa sanoa, 1 joihinkin samaa mieltä, 2 täysin samaa mieltä)
- Tekijän vaikutuksesta muuttujan arvo (N=18): (-2 pienenee paljon, -1 pienenee vähän, 0 ei muutu, 1 kasvaa vähän, 2 kasvaa paljon)



Kuva 25. Keskikulutukseen vaikuttavien tekijöiden uskottavuus ja vaikutuksen suunta (asiantuntija-arvioiden mediaani).

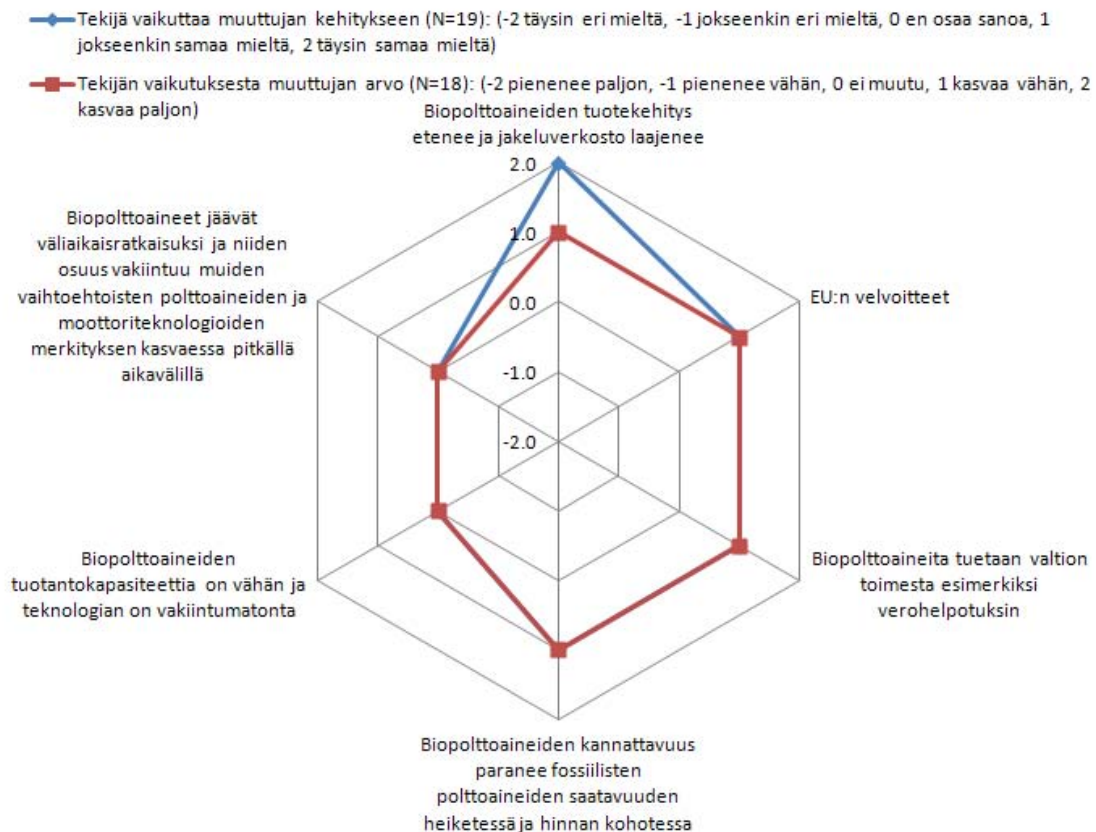
5.2.8 Biopolttoaineet

Biopolttoaineita on ollut laajamittaisesti saatavilla vasta viime vuosina, mutta asiantuntijat ennakoivat niiden merkityksen kasvavan voimakkaasti tulevaisuudessa. Kierrosten välillä asiantuntijoiden arvioiden mediaani ja keskihajonta muuttuivat hieman (taulukko 16).

Taulukko 16. Asiantuntijoiden arviot biopolttoaineiden osuuden kehityksestä.

Vuosi	1995	2009	2016	2030
Toteutunut kehitys (%)	0 %	3 %		
1. kierroksen arvioiden (N=23) mediaani (%)			5 %	18 %
1. kierroksen keskihajonta			0,03	0,12
Kaikkien arvioiden (N=28) mediaani (%)			6 %	20 %
2. kierroksen keskihajonta			0,03	0,11
2. kierroksella arvionsa muuttaneita			13 %	20 %

Asiantuntijoiden mukaan biopolttoaineiden markkinat ovat syntyneet vasta viime vuosina, kun tuotekehitys on tehnyt niistä varteenotettavan vaihtoehdon. Biopolttoaineiden kehitystä on asiantuntijoiden mukaan vahvasti ohjannut poliittiset tavoitteet ja EU:n velvoitteet niiden käytölle.



Kuva 26. Biopolttoaineiden käyttöön vaikuttavien tekijöiden uskottavuus ja vaikutuksen suunta (asiantuntija-arvioiden mediaani).

Biopolttoaineiden tuotekehityksen ja jakeluverkoston laajenemisen ennakoidaan kasvatavan niiden osuutta myös tulevaisuudessa ja liikennepolitiikan nähdään ohjaavan myös tulevaisuudessa kehitystä vahvasti tähän suuntaan (kuva 26). Tulevaisuudessa myös uskotaan fossiilisten polttoaineiden hinnan nousun parantavan biopolttoaineiden kannattavuutta.

5.3 Megatrendit

Tulevaisuuden muutosten taustalla asiantuntijat arvioivat vaikuttavan useiden indikaattorien kohdalla samoja tai samankaltaisia tekijöitä. Nämä tekijät voidaan ryhmitellä viideksi megatrendiksi (liite 1), jotka ovat:

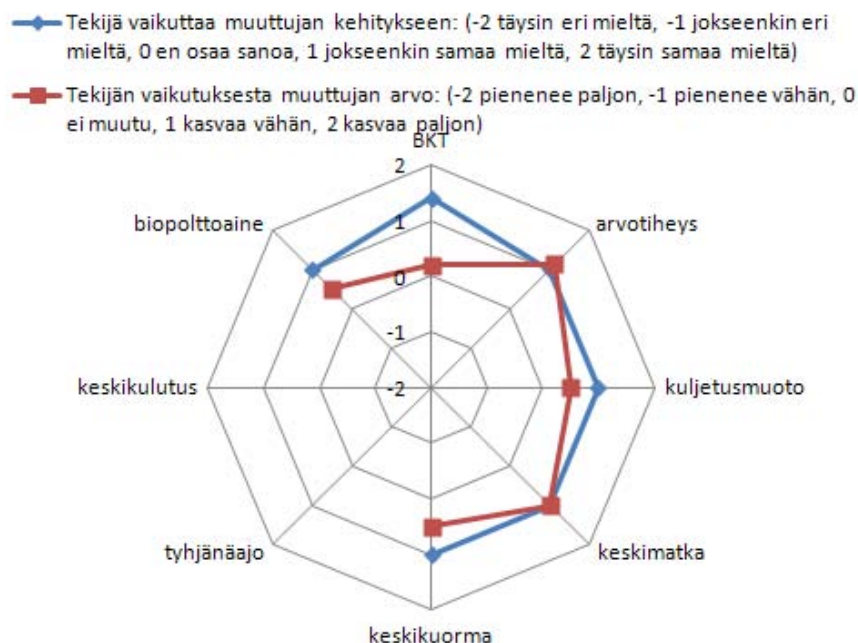
- toimialojen rakennemuutos
- aluerakenteen muutokset
- kulutustottumusten muutos
- energia- ja ympäristönäkökohdat
- tiekuljetusalan tehostuminen.

Yksittäiseen indikaattoriin voi vaikuttaa megatrendin sisällä useita tekijöitä, joiden vaikutukset voivat olla vastakkaisiakin.

5.3.1 Toimialojen rakennemuutos

Toimialojen rakennemuutokseen kuuluvia muutoksia ovat vientiteollisuuden tuotannon siirtyminen pois Suomesta ja jäljelle jäävän teollisuuden uudistuminen. Kaivosteollisuus ja bioenergian tuotanto kasvavat Suomessa, samoin palvelutoimialat. Suomen ulkopuolelta talouteen vaikuttaa Itä-Euroopan ja Aasian talouskasvu, joka hyödyttää myös Suo-

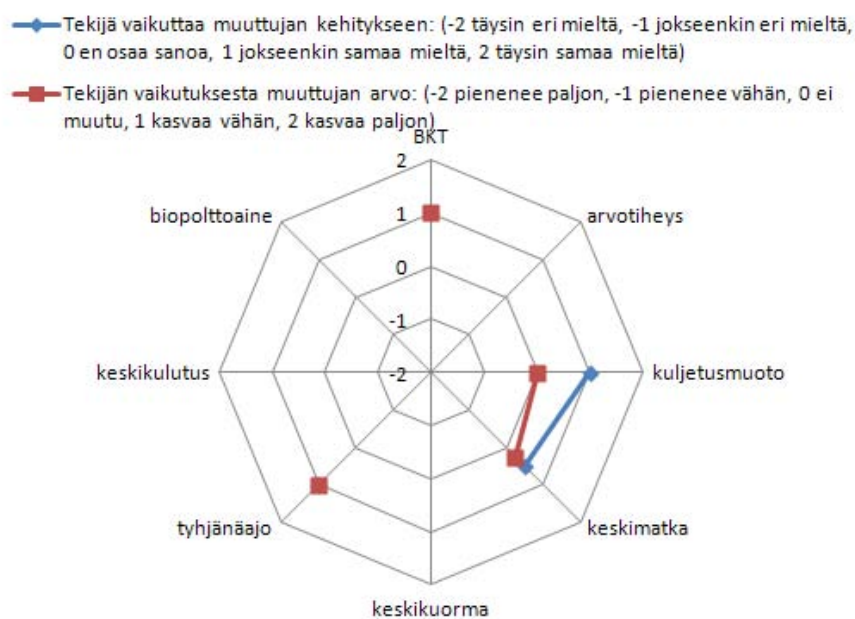
men taloutta, mutta toisaalta vuonna 2008 alkanut talouskriisi heikentää taloutta myös pitkällä aikavälillä. Nämä muutokset vaikuttavat kaikkiin indikaattoreihin tyhjänä ajoa ja keskkulutusta lukuun ottamatta (kuva 27). Rakennemuutoksen vaikutuksesta bruttokansantuote kasvaa hyvin vähän, mutta arvotiheys kasvaa selvästi. Tiekuljetusten osuus kuljetuksista kasvaa myös ja keskimatka ja -kuorma samoin. Myös biopolttoaineen osuus kasvaa, kun biopolttoaineen tuotanto lisääntyy.



Kuva 27. Toimialojen rakennemuutoksen vaikutukset indikaattoreihin.

5.3.2 Aluerakenteen muutokset

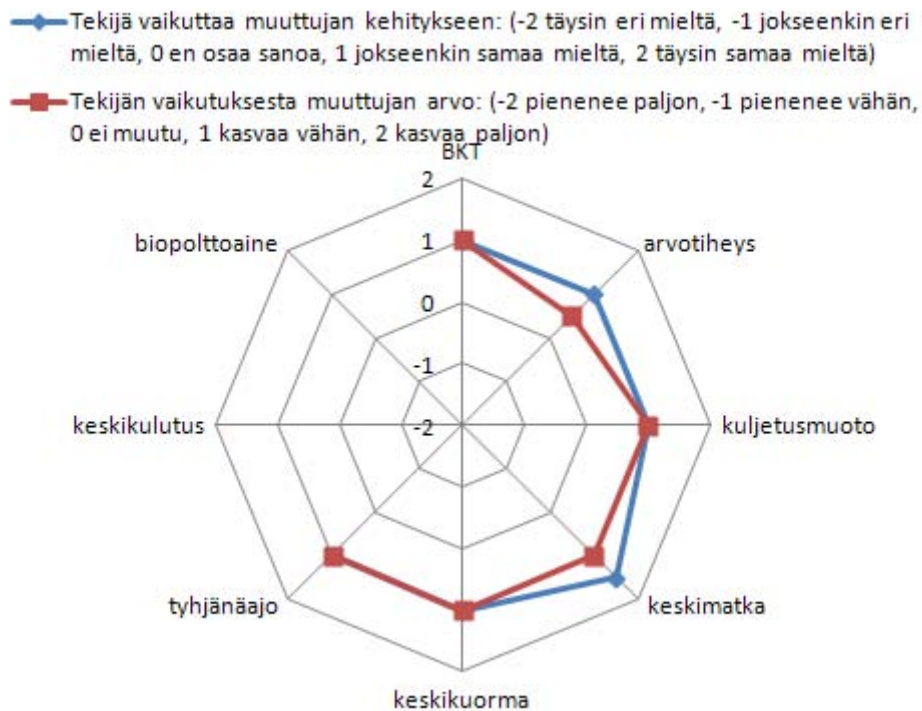
Aluerakenteen muutokset pitävät sisällään väestön kasvun ja keskittymisen, jonka myötä myös teollisuus ja logistiikka keskittyvät ja kuljetusten alueellinen epätasapaino lisääntyy. Aluerakenteen muutosten vaikutuksesta bruttokansantuote ja tyhjänä ajo kasvavat. Myös kuljetusten keskimatka kasvaa hieman, mutta kuljetusmuotojakauman suhteen tiekuljetusten osuus ei juuri muutu (kuva 28).



Kuva 28. Aluerakenteen muutosten vaikutukset indikaattoreihin.

5.3.3 Kulutustottumusten muutos

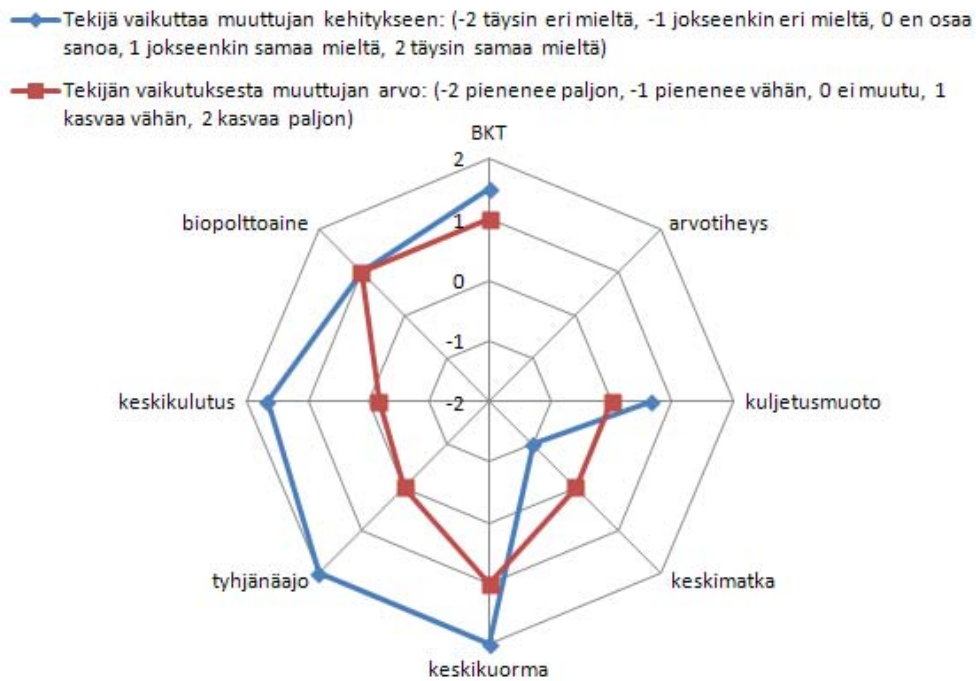
Kulutustottumusten muutos johtuu Suomen väestön ikääntymisestä, kuluttajien ympäristötietoisuuden kasvusta ja Internetin mahdollistamasta tavaroiden ja palvelujen tarjonnan lisääntymisestä. Näiden myötä logistiikka muuttunee yhä enemmän pienten tavarajien kuljettamiseen suoraan asiakkaalle. Tavarankuljetuksen alkuperä on yhä useammin joko hyvin lähellä kuluttajaa tai ulkomailla. Kulutustottumusten muutos kasvattaa bruttokansantuotetta ja arvonlisäystä. Tiekuljetusten osuus kuljetuksista kasvaa ja keskimatka pitenee. Yllättäen myös keskiarvo asiantuntijoiden arvioiden mukaan kasvavaksi nettikaupan käytön lisääntyessä. Myös tyhjänä ajon ennakoitua lisääntyvän.



Kuva 29. Kulutustottumusten muutosten vaikutukset indikaattoreihin.

5.3.4 Energia- ja ympäristönäkökohdat

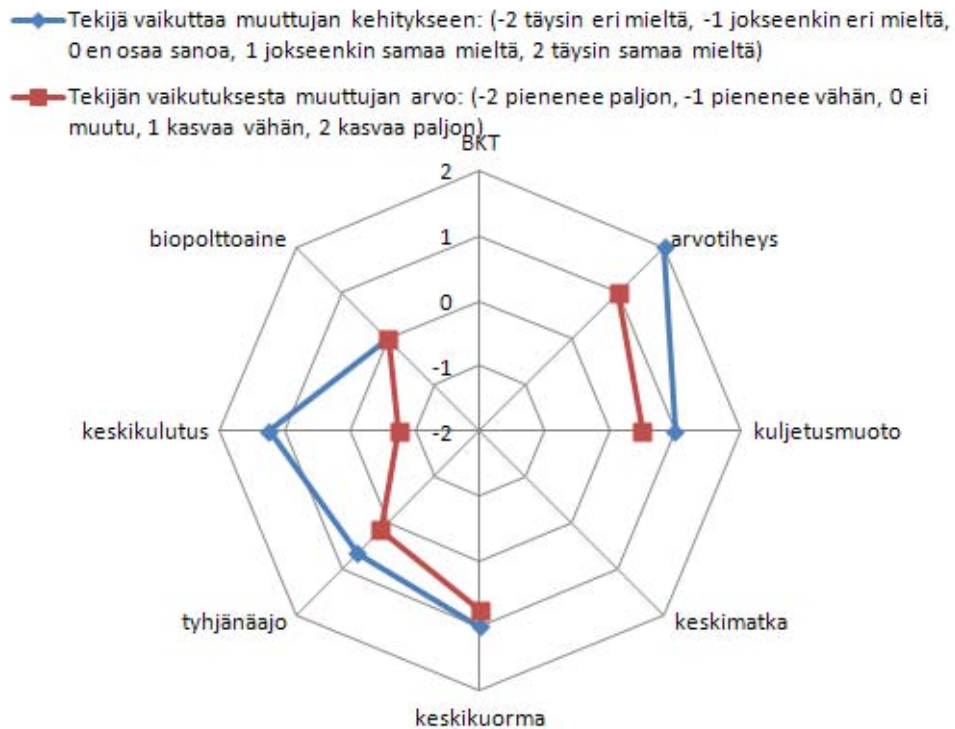
Energia- ja ympäristönäkökohdilla ennakoitua olevan laajimmin vaikutusta eri indikaattoreihin. Arvotiheys on ainoa indikaattori, johon sen ei nähdä vaikuttavan. Megatrendin tärkein muutostekijä on fossiilisen energian hinnan nousu. Toinen muutostekijä on ympäristötietoisuuden kasvu ja siihen liittyvät poliittiset tavoitteet esimerkiksi biopolttoaineiden edistämiseksi. Energia- ja ympäristönäkökohtien nähdään vaikuttavan bruttokansantuotteeseen, mutta BKT:n kasvu ei niiden vuoksi hidastu, vaan uudet ympäristöliiketoiminnan muodot voivat kasvattaa taloutta (kuva 30). Ympäristötietoisuuden ei nähdä siirtävän kuljetuksia rautateille tai vesiliikenteeseen, eikä tiekuljetusten keskimatkan ennakoitua muuttuvan. Sen sijaan keskiarvon uskotaan kasvavan kustannus- ja ympäristöpaineiden vuoksi ja tyhjänä ajo ei ainakaan lisäänty niiden vuoksi. Keskiarvoon nämä seikat vaikuttavat myös merkittävästi kulutusta pienentäen. Biopolttoaineiden osuus kasvaa vahvan poliittisen ohjauksen myötä.



Kuva 30. Energia- ja ympäristönäkökohtien vaikutukset indikaattoreihin.

5.3.5 Tiekuljetusalan tehostuminen

Tiekuljetusalan tehostumisessa on kyse ajoneuvotekniikan kehityksestä ja kuljetusten ohjauksen tietojärjestelmien kehityksestä, mutta myös toimintatapoihin liittyvistä muutoksista. Erityisesti alan yritysten yhteistyön arvioidaan lisääntyvän ja parantavan alan tehokkuutta. Tämä näkyy keski-kuorman kasvuna, tyhjänä ajon vähentymisenä ja keskikulutuksen pienenemisenä (kuva 31).



Kuva 31. Tiekuljetusalan tehostumisen vaikutukset indikaattoreihin.

6. Skenaariot

Delfoi-kyselyn ja tilastanalyysin pohjalta luodaan tiekuljetusalan energiatehokkuuden ja hiilidioksidipäästöjen kehityksestä skenaariot vuoteen 2016 ja 2030. Vuoden 2016 skenaarioissa tukeudutaan pääasiassa tilastollisiin menetelmiin ja vuoden 2030 skenaarioissa Delfoi-kyselyn asiantuntijoiden määrällisiin ja laadullisiin arvioihin.

6.1 Energiatehokkuus ja hiilidioksidipäästöt 2016

Energiatehokkuuden ja hiilidioksidipäästöjen tulevaisuutta vuoteen 2016 ennakoidaan neljällä skenaariolla:

- Suomen trendiennuste
- Toimialojen trendiennuste
- Toimialojen trendiennuste ETLA
- Asiantuntijaennuste

6.1.1 Suomen trendiennuste

Suomen trendiennusteessa arvonlisäystä, arvotiheyttä, keskimatkaa ja tyhjänä ajoa ennakoidaan kaikkia samalla menetelmällä. Näiden indikaattorien kehitys 1995–2010 piirretään kuvaajaan ja etsitään indikaattorin muutosta parhaiten kuvaava ajan funktio, jota ekstrapoloidaan vuoteen 2016. Trendiennusteissa ei ennakoida kuljetusmuotojakauman eikä polttoaineen hiilidioksidisisällön muutosta, vaan niiden oletetaan pysyvän vakiona. Tiekuljetusten osuuden oletetaan pysyvän 90 % kuljetettavan tavarantoiminnan määrästään ja polttoaineen hiilidioksidisisältö pysyy 2,66 kg CO₂/l tasolla.

Keskikuorman ja keskilukulutuksen osalta pyritään ottamaan huomioon niihin vaikuttavat tekijät, joten ekstrapolointi tehdäänkin näiden indikaattoreiden määritteille, joista on olemassa tilastotietoa. Keskikuorman osalta ekstrapoloidaan kuorma-autojen kapasiteettia ja kapasiteetin käyttöastetta ja lasketaan näistä keskikuorman tulevat arvot. Keskilukulutuksen osalta ekstrapoloidaan kuorma-auton omamassan, kuorman ja kulutuskertoimen kehitystä sekä jakelumatkojen ja katuajon osuuden kehitystä. Näiden pohjalta lasketaan keskilukulutus.

6.1.2 Toimialojen trendiennusteet

Toimialojen trendiennusteet tehdään vastaavalla tavalla kuin Suomen trendiennuste, mutta jokaiselle 8 toimialalle erikseen. Suomen tason luvut saadaan laskemalla toimialakohtaiset lukemat yhteen.

Toimialojen trendiennuste ETLA tehdään edellä kuvatulla tavalla, mutta toimialojen arvonlisäyksen ennusteena ei käytetä trendiekstrapolointia vaan Elinkeinoelämän tutkimuslaitos ETLA:n toimialoittaisia arvonlisäysennusteita (ETLA 2011). Käytössä ollut ETLA:n ennuste ulottuu vuoteen 2015, joten vuoden 2016 ennuste tehdään olettamalla, että kunkin toimialan arvonlisäyksen muutos on prosentuaalisesti sama 2015–2016 kuin sen on ennustettu olevan 2014–2015. ETLA:n ennusteesta ei ole erotettavissa jätehuollon ja kunnossapidon toimialaa, joten sen osalta käytetään ekstrapoloinnilla saatua ennustetta.

6.1.3 Asiantuntijaennuste

Asiantuntijaennuste saadaan suoraan Delfoi-kyselyyn vastanneiden numeeristen arvioiden mediaanina jokaiselle kahdeksalle indikaattorille. Asiantuntijaennusteissa siis myös kuljetusmuotojakauma ja polttoaineen hiilidioksidisisältö voivat muuttua. Vuoteen 2016 asiantuntijat kuitenkin ennakoivat, että tiekuljetusten osuus kokonaiskuljetusmäärästä ei muutu.

Polttoaineen hiilidioksidisisältöä ei suoraan ennakoitu Delfoi-kyselyssä, vaan siinä ennakointiin biopolttoaineen osuutta käytetystä polttoaineesta. Biopolttoaineesta saatava laskennallinen hiilidioksidipäästöjen vähenemä on kiistanalainen asia. Tässä tutkimuksessa

oletetaan direktiivin 2009/30/EY mukaisesti, että biopolttoaine vähentää hiilidioksidia noin kolmanneksen fossiiliseen polttoaineeseen verrattuna. Näin ollen, kun biopolttoainetta on asiantuntijaennusteen mukaan kaikesta polttoaineesta 6 % vuonna 2016, polttoaineen hiilidioksidisisältö pienenee 2 % eli 2,66:sta 2,61:ään kg CO₂/l.

6.1.4 Tulokset

Edellä kuvatulla tavalla laskemalla saadaan taulukon 17 mukaiset skenaariot tulevaisuudesta.

Taulukko 17. Skenaarioiden ennusteet avainlukujen, koontisuureiden ja indikaattoreiden arvoiksi vuonna 2016 ja toteutuneet arvot 1995 ja 2010.

	1995	2010	Asiantuntija- ennuste	Suomen trendien- nuste	Toimialojen tren- diennuste	Toimialojen tren- diennuste ETLA	Energiatehokkuus- sopimuksen tavoite
					2016		
Bruttokansantuote [mrd. €]	105	159	170	169	185	187	
Arvotiheys [€/t]	232	360	430	444	433	388	
Kokonaiskuljetusmäärä [milj. t]	450	441	395	381	428	482	
Tiekuljetusten osuus [%-osuus kokonaistonnista]	90 %	90 %	90 %	90 %	90 %	90 %	
Tiekuljetusmäärä [milj. t]	405	397	355	343	385	433	
Keskikuljetusmatka lastatuilla matkoilla [km]	48,3	59,1	64,0	63,5	60,6	58,1	
Tiekuljetussuorite [mrd. tkm]	22,3	26,0	25,2	24,2	26,0	28,0	
Keskikuorma lastatuilla matkoilla [t]	14,9	13,9	13,7	13,3	12,5	13,1	
Liikennesuorite lastattuna [mrd. km]	1,31	1,69	1,67	1,64	1,87	1,92	
Tyhjänäajo [ilman lastia ajettu %-osuus liikennesuoritteesta]	32,2 %	27,4 %	25,0 %	25,7 %	25,2 %	23,6 %	
Kokonaisliikennesuorite [mrd. km]	1,93	2,32	2,22	2,21	2,49	2,51	
Polttoaineen keskikulutus [l/100km]	38,4	37,2	35,4	37,1	36,0	36,1	
Energiankulutus [GWh]	7510	8724	7931	8285	9079	9175	8103
Polttoaineen hiilidioksidisisältö [kg/l]	2,66	2,66	2,61	2,66	2,66	2,66	
CO ₂ -päästöt [milj. t]	1,98	2,30	2,05	2,18	2,39	2,42	2,13
Hiilidioksidi-intensiteetti [g/€]	18,9	14,4	12,1	12,9	12,9	12,9	
Kuljetusintensiteetti [tkm/€]	0,21	0,16	0,15	0,14	0,14	0,15	
Energiatehokkuus [tkm/kWh]	2,97	2,98	3,18	2,93	2,87	3,06	3,41

Skenaarioista vain asiantuntijaennuste ennakoii, että energiatehokkuussopimuksen pohjalta määritettyyn hiilidioksidipäästötavoitteeseen päästään. Energiatehokkuustavoite jää kuitenkin siinäkin skenaariossa saavuttamatta. Skenaariot muodostavat kaksi vertailuparia bruttokansantuotteen suuruuden perusteella. Asiantuntijaennusteen ja Suomen trendiennusteen BKT-arvioissa on hyvin pieni ero, mutta arvotiheyden ja keskimatkan erojen vuoksi tiekuljetussuorite on asiantuntijaennusteessa selvästi suurempi kuin Suomen trendiennusteessa. Tästä huolimatta energiankulutus on asiantuntijaennusteessa selvästi pienempi kuin Suomen trendiennusteessa. Skenaariot osoittavat, miten vain muutaman prosentin erot keskikuormassa, tyhjänä ajossa ja polttoaineenkulutuksessa kertautuvat suureksi eroiksi energiatehokkuudessa.

Toimialojen trendiennusteet tarjoavat kenties vielä mielenkiintoisemman vertailuparin, koska puhtaasti toimialojen arvonlisäysten trendien pohjalta saatu ennuste on hyvin lähellä ETLA:n ennustetta. Näin ollen toimialojen osuudet bruttokansantuotteesta ovat ainoa ero näiden ennusteiden välillä (taulukko 18). Kaikki muut indikaattoreiden arvot ovat näiden välillä toimialoittain samat.

Taulukko 18. Toimialojen osuudet arvonlisäyksestä toimialoittaisissa ennusteissa vuodelle 2016 ja toteutuneet osuudet vuosilta 1995, 2002 ja 2010.

Osuudet arvonlisäyksestä	Trendiennuste				ETLA:n ennuste
	1995	2002	2010	2016	2016
Metsäteollisuus	8,8 %	8,4 %	7,0 %	6,5 %	8,0 %
Elintarviketeollisuus	4,2 %	3,5 %	3,3 %	3,2 %	3,2 %
Energiateollisuus	2,5 %	2,4 %	2,1 %	2,0 %	1,5 %
Rakentaminen	7,1 %	6,4 %	6,9 %	6,0 %	7,1 %
Teknoliogioteollisuus	9,8 %	14,4 %	16,8 %	18,1 %	20,9 %
Kemianteollisuus	2,5 %	3,0 %	2,5 %	2,3 %	3,1 %
Jätehuolto ja kunnossapito	0,2 %	0,2 %	0,2 %	0,3 %	0,3 %
Kauppa	9,4 %	10,0 %	10,9 %	12,9 %	9,0 %
Palvelut	55,5 %	51,6 %	50,1 %	48,8 %	47,0 %
Yhteensä [mrd. €]	92	120	138	161	163

Ennusteita vertaamalla nähdään selvästi toimialarakenteen merkitys kuljetuksiin ja niistä aiheutuviin päästöihin. ETLA:n ennusteessa painottuvat metsäteollisuus, rakentaminen ja kemianteollisuus, ja toisaalta kaupan osuus arvonlisäyksestä on huomattavasti pienempi kuin toimialojen trendiennusteessa. Massatavaraa kuljettavat toimialat ovat siis merkittäviä ETLA:n ennusteessa ja tämä näkyy heti pienempänä arvotiheytenä ja peräti 12 % suurempana tiekuljetusmääränä kuin trendiennusteessa. Rakentamisen kuljetukset ovat selvästi lyhyimpiä toimialojen kuljetuksista, joten niiden suurempi määrä näkyy ETLA:n ennusteessa lyhyempänä keskimatkana, jonka myötä ennusteiden ero kuljetussuoritteissa pienenee 8 prosenttiin. Näin ollen kuljetusintensiteetti on vastaavasti ETLA:n ennusteen perusteella suurempi kuin trendiennusteen perusteella.

Metsä- ja kemianteollisuuden ja rakentamisen kuljetuksissa keskiuormat ovat kuitenkin keskimääräistä suurempia, joten ennusteiden ero kuormattuna ajatussa liikennesuoritteissa on alle 3 %. Ero muuttuu tästä vielä pienemmäksi kokonaisliikennesuoritteiden osalta, koska tyhjänä ajon osuus on ETLA:n ennusteessa pienempi kuin trendiennusteessa. Tähän vaikuttaa erityisesti teknoliogioteollisuuden suurempi osuus ETLA:n ennusteessa, koska teknoliogioteollisuudessa tyhjänä ajoa on vähän. Polttoaineenkulutuksen osalta ennusteet ovat lähes samalla tasolla, joten energiankulutuksessa ja päästöissä ero ennusteiden välillä on vain 1 % eli samaa luokkaa kuin ero bruttokansantuotteessa. Samansuuruiset hiilidioksidipäästöt muodostuivat kuitenkin varsin eri tavoin, mistä kertovat ennusteiden väliset erot kuljetusintensiteetissä ja energiatehokkuudessa. Havainto korostaa jo aiemmin tehtyä havaintoa, että energiatehokkuus ei ole koko Suomen tasolla riittävä mittari tiekuljetusten ympäristöystävällisyyden mittaamiseen, koska sen arvo riippuu hyvin voimakkaasti siitä, mitä tuotteita kansantaloudessa tuotetaan ja kuljetetaan.

6.2 Energiatehokkuus ja hiilidioksidipäästöt 2030

Pitkän aikavälin ennakoinnissa vuoteen 2030 tilastolliset trendiennusteet eivät ole käytökelpoisia, koska ei voida perustellusti olettaa, että trendit jatkuisivat muuttumattomina niin pitkälle tulevaisuuteen. Näin ollen vuoden 2030 ennusteet tehdään asiantuntija-arvioiden pohjalta klusterianalyysiä käyttäen.

6.2.1 Klusterianalyysi

Asiantuntijoiden ennusteina saatiin 27 erilaista tulevaisuuskuvaa avainlukujen, koon-
tisuureiden ja indikaattoreiden arvoista vuonna 2030. Delfoi-kyselyyn vastasi 29 henki-
löö, mutta yksi ei antanut numeerisia arvioita yhdenkään indikaattorin osalta ja yksi vas-
taaja ei antanut arviota bruttokansantuotteen osalta, joten näistä ei tulevaisuuskuvaa
voitu muodostaa. Ei kuitenkaan ole järkevää esittää näin montaa tulevaisuuskuvaa, vaan
ryhmitellä samankaltaisia arvioita tehneiden asiantuntijoiden arvioita, jotta voidaan muo-
dostaa 4-7 tulevaisuuden skenaariota (Tapio 2003, Tapio et al. 2011). Tähän ryhmitte-
lyyn käytetään klusterianalyysiä. Klusteroinnissa käytetään kauimmaisen naapurin (Furt-
hest neighbour) -menetelmää ja euklidista etäisyyttä.

Klusterianalyysi tehtiin jokaiselle 8 indikaattorille erikseen ja jokaisesta haluttiin löytää 5
klusteria, joihin kuuluu enemmän kuin yhden asiantuntijan arvio. Jokaiselle indikaattorille
saatiin viisi mahdollista tulevaisuuden arvoa klusteriin kuuluvien asiantuntijoiden arvioi-
den keskiarvona. Näiden viiden lisäksi yksittäisten asiantuntijoiden paljon toisista poik-
keavia arvioita oli 0-2 indikaattorista riippuen. Näitä yksittäisiä arvioita ei otettu huomi-
oon mahdollisina indikaattorin arvoina. Klusterianalyysin pohjalta muodostettiin sitten
viisi skenaariota ryhmittämällä indikaattorien mahdolliset arvot viideksi tulevaisuusk-
vaksi, jotka olisivat mahdollisia tietyllä kehityskululla (taulukko 19). Kukin skenaario ni-
mettiin kehitystä kuvaavasti. Näiden lisäksi kaikkien asiantuntija-arvioiden mediaani
otettiin niin sanotuksi perusuraskenaarioksi (business as usual).

Taulukko 19. Klusterianalyysin perusteella muodostetut skenaariot.

		Perusura (kaikkien arvioiden mediaani)	Teknologia- teollisuuden kasvu	Tehostuvat tiekulje- tukset	Kaivos- ja bioteolli- suuden kasvu	Ekotalous	Taantuma	Yksittäiset poisjätetyt arvot	
Bruttokansan- tuote	Arvioiden lkm	27	3	3	14	4	2	1	
	Arvioiden ka	200	242,7	193,3	209,1	176,3	157,5	28,0	
Arvotiheys	Arvioiden lkm	28	6	9	6	3	2	1	1
	Arvioiden ka	480	667,7	486,1	444,8	563,3	331,0	70,0	1000,0
Tiekuljetusten osuus	Arvioiden lkm	28	6	7	2	4	9		
	Arvioiden ka	88 %	93 %	89 %	82 %	75 %	86 %		
Keskimatka	Arvioiden lkm	28	6	6	6	5	4	1	
	Arvioiden ka	62	60,8	65,0	72,9	49,0	55,3	100,0	
Keskikuorma	Arvioiden lkm	28	7	4	5	3	9		
	Arvioiden ka	14,5	11,2	16,4	19,2	13,0	14,5		
Tyhjänä ajo	Arvioiden lkm	28	3	10	5	3	6	1	
	Arvioiden ka	21 %	21 %	20 %	25 %	18 %	23 %	15 %	
Polttoaineen- kulutus	Arvioiden lkm	28	3	6	6	2	10	1	
	Arvioiden ka	32,1	28,0	30,3	34,9	23,2	32,4	11,1	
Biopolttoaineen osuus	Arvioiden lkm	28	4	6	5	3	9	1	
	Arvioiden ka	20 %	14 %	20 %	25 %	33 %	8 %	50 %	

6.2.2 Teknologiateollisuuden kasvu-skenaario

Teknologiateollisuuden kasvu-skenaarion kantava teema on nimensä mukaisesti teknologiateollisuus ja sen nopea kasvu. Teknologiateollisuuden johdolla koko Suomen kansantalous kasvaa nopeasti, noin 2,1 % vuodessa seuraavat 20 vuotta. Teknologiateollisuuden kasvu kasvattaa nopeasti myös Suomessa kuljetettavien tuotteiden arvotiheyttä. Kuljetettavat tuotteet ovat pääosin kappaletavaraa ja kuljetukset tehdään pienissä erissä, minkä vuoksi tiekuljetusten osuus kuljetuksista kasvaa. Tiekuljetusmatkat eivät juuri muutu nykyisestä, kun koko Suomessa on teollisuutta ja asukkaita. Koska kuljetuksia tehdään pienissä erissä, tiekuljetusten keskikuorma pienenee nykyisestä. Kuljetusten ohjaus keskittyy suuriin teollisuusyrityksiin, joilla on kuljetusten suunnitteluun tehokkaat tietojärjestelmät. Näin tyhjänä ajoa saadaan vähennettyä. Polttoaineen keskikulutus pienenee myös, koska kuljetuksissa käytetään pienempiä kuorma-autoja, joiden tekniikka on nykyistä kehittyneempää. Biopolttoaineiden osuus käytetystä polttoaineesta on kasvanut, mutta ei niin paljon kuin EU:n tavoitteissa suunniteltiin.

6.2.3 Tehostuvat tiekuljetukset -skenaario

Tehostuvat tiekuljetukset -skenaariossa talouden kehitys on perusuran mukaisesti tasaisinta, mutta hidasta, vain 1 % vuodessa. Suomen toimialarakenteessa ei tapahdu suuria muutoksia, joten arvotiheys kehittyy perusuran mukaisesti ja kuljetusmuotojen työnjako pysyy nykyisen kaltaisena. Suomessa teollisuus ja väestö pysyvät alueellisesti nykyisen kaltaisena, mutta logistiikkaa järjestellään uudelleen, minkä vuoksi keskikuljetusmatka kasvaa hieman. Logistiikan uudelleenjärjestelyillä tiekuljetusten yhdistely lisääntyy ja sen myötä keskikuorma kasvaa ja tyhjänä ajo vähenee. Polttoaineenkulutus pienenee kuormien kasvusta huolimatta, kun kulutusta pienentävät toimenpiteet yleistyvät autoissa nopeasti, koska autoja käytetään paljon ja niiden kiertoaika on lyhyt. Kuljetusyritysten yhteistyön myötä myös taloudellisen ajotavan kannustinjärjestelmät ja kulutusten vertailu yritysten välillä on yleistynyt, mikä alentaa kulutusta. Biopolttoaineita käytetään melko yleisesti.

6.2.4 Kaivos- ja bioteollisuuden kasvu -skenaario

Nimensä mukaisesti kaivos- ja bioteollisuuden kasvu -skenaariossa kaivosteollisuus ja bioteollisuus kasvavat nopeasti. Sen myötä bruttokansantuote kasvaa hieman nopeammin kuin perusuralla. Kuljetettavan tavaran arvotiheys kasvaa hieman perusuraa hitaammin, koska alhaisen jalostusasteen tavaraa, kuten maa-aineksia ja biomassaa kuljetetaan paljon. Kaivosteollisuuden kuljetuksia tehdään paljon uusilla rautateillä, joita on rakennettu kaivosten avaamisen yhteydessä Pohjois-Suomessa. Teollisuutta ja väestöä on siirtynyt työn perässä Pohjois-Suomeen, jossa etäisyydet ovat pitkiä, joten keskikuljetusmatka on kasvanut. Massatavaran kuljetusten lisääntymisestä johtuen keskikuorma on kasvanut paljon, mutta tyhjänä ajoa on pystytty vähentämään vain vähän nykyisestä. Suurien kuormien vuoksi polttoaineenkulutus on lähes nykyisellä tasolla kuorma-autojen teknisestä kehityksestä huolimatta. Bioteollisuuden kasvun myötä jo neljännes kuljetusten polttoaineesta saadaan bioraaka-aineista.

6.2.5 Ekotalous-skenaario

Ekotalous-skenaariossa fossiilisen energian hinnan nousu ja kiihtynyt ilmastonmuutos ovat voimakkaasti muuttaneet talouden rakenteita. Bruttokansantuote on kasvanut vain vähän nykyisestä, mutta toisaalta arvotiheys on kasvanut paljon, koska raskas teollisuus on lähtenyt Suomesta lopullisesti energian ja päästöoikeuksien hinnan kohottua liian korkeaksi. Tilalle on tullut korkean teknologian vientiteollisuutta erityisesti vesihuoltoon ja uusiutuvien energiamuotojen käyttöön liittyen. Kuljetuksia on siirtynyt laajamittaisesti rautateille uusien raitininvestointien tuotua tarvittavaa lisäkapasiteettia, joten pitkillä etäisyyksillä tiekuljetukset toimivat vain rautateiden syöttöliikenteessä. Tämä on lyhentänyt keskimatkaa tuntuvasti. Keskikuorma on säilynyt lähes nykyisellä tasolla, mutta kuljetuksia tehdään nykyistä pienemmällä kalustolla, jonka kapasiteetti pyritään hyödyntämään mahdollisimman tehokkaasti. Tämän myötä tyhjänä ajo ja polttoaineenkulutus on saatu

hyvin pieneksi. Polttoaineenkulutusta vähentää myös hybriditekniikan yleistyminen, kun se on öljyn kallistumisen vuoksi tullut kannattavaksi. Samoin biopolttoaineet ovat hyvin kannattavia ja niiden osuus on suuri.

6.2.6 Taantuma-skenaario

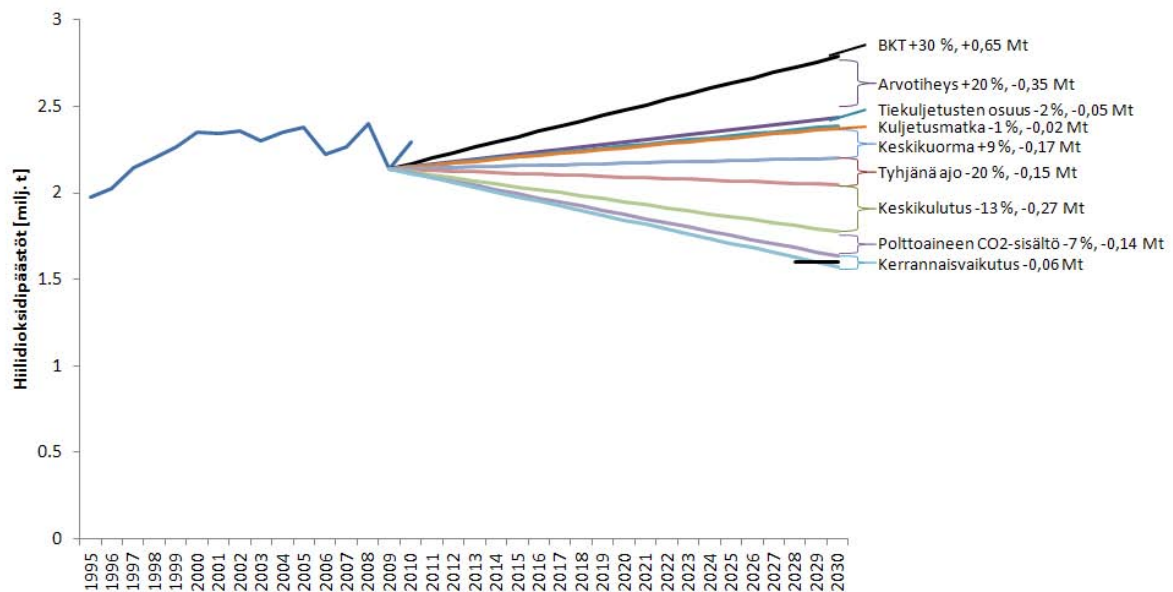
Taantuma-skenaariossa Suomen bruttokansatuote on jäänyt nykyiselle tasolle ja arvotiheys on jopa pienentynyt nykyisestä. Tämä johtuu siitä, että Suomi on muun Euroopan mukana menettänyt taloudellisen kilpailukyvyn Aasian ja Afrikan nopeasti kehittyviä talouksia vastaan. Korkean teknologian vientiyritykset ovat siirtyneet ulkomaiseen omistukseen ja niiden toimintoja on siirretty laajasti pois Suomesta. Suomessa on kuitenkin säilynyt teollisuutta, joka vie tuotteita Euroopan sisämarkkinoille. Energian hinta on noussut, joten kuljetuksia on siirretty rautateille kustannussyistä ja pitkillä etäisyyksillä tiekuljetukset toimivat syöttöliikenteessä, joten keskimatka on lyhentynyt. Keskikuorma on hieman noussut nykyisestä ja tyhjänä ajo vähentynyt, koska yritysten on pakko yhdistää kuljetuksia kustannusten nousuun vastaamiseksi. Polttoaineenkulutus on laskenut, kun sitä pienentäviin teknologioihin on ollut pakko investoida. Uutta biopolttoaineiden tuotantokapasiteettia ei ole rakennettu 2010-luvun alun jälkeen, joten sen osuus on jäänyt melko pieneksi.

6.2.7 Tulokset

Avainlukujen, koontisuureiden ja indikaattorien arvot eri skenaarioissa vuodelle 2030 on koottu taulukkoon 20. Vuoteen 2030 ei ole asetettu virallisia tavoitteita tiekuljetusten energiatehokkuuden tai hiilidioksidipäästöjen suhteen. EU:n liikenteen valkoinen kirja kuitenkin määrittää liikennesektorin tavoitteeksi hiilidioksidipäästöjen alentamisen 20 % vuoden 2008 tasosta vuoteen 2030 mennessä ja 60 % päästövähennyksen vuoden 1990 tasosta vuoteen 2050 mennessä (KOM/2011/0144). Jos nämä otetaan tiekuljetusten päästötavoitteiksi, hiilidioksidipäästöjen tulisi olla noin 1,9 milj. tonnia Suomessa vuonna 2030 ja 1,0 milj. tonnia vuonna 2050. Tämä tavoite vuodelle 2030 jättää kuitenkin erittäin suuret päästöjen vähennystavoitteet vuosille 2030–2050. Olisikin toivottavaa, että päästöjä pystyttäisiin vähentämään tasaisesti koko aikavälillä 2011–2050 mikä tarkoittaisi noin 1,6 milj. tonnin hiilidioksidipäästötavoitetta vuodelle 2030. Liitteessä 2 on esitetty kuvana hiilidioksidipäästöjen toteutunut kehitys 1995–2010 ja skenaariot vuoteen 2016 ja 2030.

Tuon tavoitteen saavuttaminen on varsin realistista skenaarioiden valossa. On tärkeää huomata, että tavoite voidaan saavuttaa hyvin erilaisilla kehityskuluilla. Tehostuvat tiekuljetukset ja Ekotalous-skenaarioissa hiilidioksidipäästöt ovat paljon tavoitetta alhaisemmat, mutta muissa skenaarioissa päädytään suunnilleen tavoitteen tasolle. Näin on siitä huolimatta, että kansantalouden rakenteet ja vielä tiekuljetussuoritteetkin ovat hyvin erilaiset näissä skenaarioissa. On myös tärkeää huomata, että biopolttoaineilla on hyvin vähäinen merkitys tavoitteen saavuttamisessa. Biopolttoaineilla saavutettava päästövähennys on suurimmillaan 10 % päästö määrästä Ekotalous -skenaariossa. Esimerkiksi Perusura-skenaariossa hiilidioksidipäästöt olisivat vain 0,1 milj. tonnia suuremmat, jos biopolttoaineille ei laskettaisi lainkaan päästövähennystä. Liikennepoliittisessa ohjauksessa on siis käytettävissä hyvin laajat mahdollisuudet vaikuttaa merkittävästi tiekuljetusten tehokkuuteen ja siten hiilidioksidipäästöihin. Ymmärrys päästöjen muodostumisen kokonaisuudesta on välttämätön ohjauksen pohjaksi ja tässä kehitetyillä menetelmillä ohjauksen tueksi voidaan tehdä monipuolisia vaihtoehtojen tulevaisuuksien tarkasteluja.

Kuvassa 32 esitetään Perusura-skenaarion mukaisten indikaattoreiden muutosten vaikutus hiilidioksidipäästöihin Pacala & Socolow:n (2004) esittämän kiilakuvaajan avulla. Tar- kastelussa on laskettu, kuinka paljon suuremmat tai pienemmät hiilidioksidipäästöt olisi- vat vuonna 2030 vuoteen 2009 nähden, jos vain yhden indikaattorin arvo muuttuisi asi- antuntijoiden mediaaniarvion mukaisesti ja muiden indikaattoreiden arvo pysyisi vuoden 2009 tasolla.



Kuva 32. Indikaattoreiden muutosten vaikutus hiilidioksidipäästöihin Perusura-skenaariossa.

Kuten nähdään, vain BKT:n muutos kasvattaa hiilidioksidipäästöjä. Jos BKT muuttuisi ennusteen mukaisesti 30 % vuoden 2009 arvoa suuremmaksi ja muut indikaattorit pysyisivät vuoden 2009 tasolla, hiilidioksidipäästöt olisivat 0,65 milj. tonnia vuoden 2009 päästöjä suuremmat. Muiden indikaattoreiden muutos pienentää päästöjä ja vaikutus vaihtelee keskilähetysmatkan pienen lyhentymisen tuomasta 0,02 milj. tonnin päästövähennyksestä arvotiheyden 20 % kasvun tuomaan 0,35 milj. tonnin päästövähennykseen. Indikaattoreiden välillä on palautesilmukoita, joiden myötä yhden muutos vaikuttaa myös muihin, jolloin syntyy kerrannaisvaikutus, joka myös vähentää päästöjä 0,06 milj. tonnia. Muutosten yhteisvaikutuksesta päästöt siis pienenevät Perusura-skenaariossa 0,56 milj. tonnia vuodesta 2009 vuoteen 2030 ja päästötaso täyttää välitavoitteen kohti vuoden 2050 päästötavoitteita.

7. Toimenpiteet tavoitteiden saavuttamiseksi

Edellä esitetyn ennakkoinnin lisäksi KULJETUS-tutkimuksen toinen tarkoitus on antaa suosituksia toimenpiteistä, joilla voidaan edistää energiatehokkuuteen ja hiilidioksidipäästöihin liittyvien tavoitteiden saavuttamista. Tähän haettiin keinoja selvittämällä muiden EU-maiden toimenpiteitä ja käymällä aktiivista keskustelua kuljetusalan sidosryhmien kanssa hankkeen työpajoissa. Työpajoissa kuultiin myös kolme esitystä Iso-Britanniassa tehdyistä toimenpiteistä.

7.1 EU-maiden toimenpiteet energiatehokkuuden edistämiseksi

EU-maiden toimenpiteiden selvittämisessä käytettiin lähdemateriaalina pääosin maiden tekemiä toisia kansallisia energiatehokkuuden toimintasuunnitelmia (2. NEEAP) (Euroopan komissio 2011). Toimintasuunnitelmissaan jäsenmaat kuvaavat keinoja, joilla ne pyrkivät parantamaan energiatehokkuuttaan sekä esittävät keinoille vaikutusten arvioinnin. Kirjallisuuskatsauksen tueksi tutkimuksessa tehtiin kansainvälinen kysely. Osallistuminen kyselyyn jäi kuitenkin vähäiseksi. Kysely lähetettiin eri EU-maiden kuljetusalan asianomaisille kuten liikenneministeriöille, ammattijärjestöille, isoille kuljetusyrityksille, energiakomissioille ja yliopistoille. Kaiken kaikkiaan kysely lähetettiin 141 henkilölle ja vastausprosentiksi tuli 5,7 prosenttia. Vastauksia kyselyyn saatiin kuudesta eri maasta (Ruotsi, Liettua, Iso-Britannia, Espanja, Tanska ja Ranska).

Jäsenmaiden jättämissä raporteissa liikennesektorilla energiasäästötavoitteet kohdistuivat pääosin kevyen liikenteen, henkilöautoliikenteen ja joukkoliikenteen edistämiseen. Tiekuljetusalalla energiatehokkuus jätetään suurelta osin toiminnan harjoittajien ja autonvalmistajien vastuulle. Valtioiden tiekuljetusalaan kohdistuvat energiansäästötoimet ovat useasti vain kehotuksia ja kannustuksia. Yleisvaikutelmaksi muodostuikin se, että nyt EU:ssa halutaan panostaa ihmisten sujuvaan ja tehokkaaseen liikkuvuuteen, ja tavaravirratt jätetään vähemmälle huomiolle. Tavarankuljetuksen suhteen toivotaan, että se kehittyisi muun liikennesektorin mukana.

EU-maiden ohjelmia ja projekteja tiekuljetusalan energiatehokkuuden edistämiseksi ovat: Klima:aktiv (Itävalta), Le Predit (Ranska), Reducing truck energy consumption (Tanska), Green Logistics (Iso-Britannia), Freight Quality Partnership (Iso-Britannia) ja Freight Best Practice (Iso-Britannia). Erilaiset projektit ja ohjelmat ovat merkittäviä jäsenmaiden energiatehokkuusohjelmissa. Maat uskovat projektien tehostavan tiekuljetusalan energiatehokkuutta. Saavutetuista tuloksista on kuitenkin raportoitu vielä hyvin vähän ja raportointi on lyhyen aikavälin raportointia.

Jäsenmaiden asettamista laeista yksi merkittävimmistä energiatehokkuuden suhteen on Romanian hallituksen asettama laki, jonka mukaan kaikki yli 25 auton tiekuljetusalan yritykset ovat velvollisia kehittämään energiatehokkuuttaan ja raportoimaan tekemistään toimista (Odyssee-Mure 2011). Lailla Romanian hallitus pyrkii edistämään energiankulutuksen seurantaan ja siitä raportointia. Laki on EU:ssa ainutlaatuinen, sillä muut maat eivät ole velvoittaneet tiekuljetusyritysten energiankäytön raportointia.

Kaikki EU-maat ovat alkaneet toimia energiatehokkuuden edistämiseksi, mutta jäsenmailla on käytössään hyvin erilaisia keinoja. Myös maiden tyylit arvioida ja raportoida omista toimistaan erosivat merkittävästi. Syinä eroavuuksiin saattavat olla asian herättämä kiinnostus maassa ja vaihteleva investointien määrä. Tulosten perusteella voidaan todeta Euroopan unionin jäsenmaiden osallistuneen energiatehokkuuden ja päästöjen vähentämisen edistämiseen, mutta tavoitteisiin pääsy vaatii entistä tehokkaampia ja merkittävämpiä toimia. Eri maissa ongelmana on energiatehokkuustoimien vähäinen seuranta, mikä on seurausta puutteellisista tilastotiedoista ja tilastoinnista. Puutteellisten tilastojen vuoksi EU-mailla ei ole tarkkaa tietoa toimiensa tuloksista.

Jotkin maat ovat omaksuneet tiekuljetusalan energiatehokkuuden tehostamisen heikosti. Toisaalta Alankomaat, Itävalta, Ranska, Ruotsi, Slovakia, Tanska ja Iso-Britannia, ovat ymmärtäneet energiansäästön tarjoamat niin taloudelliset kuin ympäristön huomioonottavat hyödyt. Yleisesti EU-maat pyrkivät tekemään vain pakolliset toimet, jotta turhat taloudelliset menot ja riskit pystyttäisiin välttämään. Euroopan unionin jäsenmaat selvästi odottavat tehokkaita energiatehokkuusmalleja, joilla voitaisiin saavuttaa merkittäviä tuloksia entistä edullisemmin. Tulosten perusteella Iso-Britannia, Ruotsi ja Tanska ovat EU:n edelläkävijämaat tiekuljetusalan energiatehokkuuden kehittämisessä.

Suomen panostuksen tiekuljetusten energiatehokkuuteen voidaan todeta olevan hyvä muiden EU-maiden tasoon verrattuna. Suomi on Euroopan unionin keskitasoa ylempänä energiatehokkuuden tutkimuksissa ja niistä raportoinnissa. EU-maiden energiatehokkuusraporttien perusteella Suomen vahvuutena voidaan pitää pitkäjänteistä tutkimustyötä, jota on tehty HDenergia, RASTU ja TransEco-hankkeissa.

Tarkastelluista malleista Romanian käyttämä malli voitaisiin ottaa käyttöön Suomessa. Velvoittamalla isot yritykset seuraamaan, kehittämään ja raportoimaan energiatehokkuustoimistaan saataisiin paremmin kartoitettua Suomen tasoa energiankulutuksessa sekä kerättyä entistä tarkempaa yrityskohtaista tietoa energiankulutuksesta. Tarkalla yrityskohtaisella raportoinnilla ja seurannalla pystyttäisiin löytämään yritysten ongelmat ja vahvuudet energiankäytössä, ja niiden pohjalta voitaisiin kehittää paras käytäntö ratkaisuja suomen tiekuljetusosalalle. Kuljetusyrityksille raportointi ja seuranta saattaisivat aiheuttaa lisätöitä ja kustannuksia, mutta samalla se auttaisi yrityksiä tunnistamaan tehostamismahdollisuuksia toiminnassaan.

7.2 Työpajat

KULJETUS-hankkeen aikana järjestettiin kolme työpajaa 9.2., 24.5. ja 2.11.2011. Kukin työpaja oli kestoaltaan 4 tuntia. Työpajoihin kutsuttiin edustajia kuljetusalan sidosryhmistä: kuljetusyrityksiä, konsultteja, hallintoa, etujärjestöjä, kuljetusasiakkaita ja kuorma-autojen myyjiä. Kutsuttuja oli 26 henkilöä, ja työpajoihin osallistui 8-15 henkilöä. Kunkin työpajan ohjelma koostui tutkimuksen tulosten esittelystä, Iso-Britanniassa tehtyjen toimenpiteiden esittelystä ja keskusteluosuudesta. Keskusteluosuudet muodostivat jatkumon, jonka tuloksena tehtiin toimenpide-ehdotus energiatehokkuuden kehittämiseksi ja hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi Suomessa 2012–2016.

7.2.1 Ensimmäinen työpaja – esteiden tunnistaminen

Ensimmäisessä työpajassa keskusteltiin seuraavista teemoista:

- Mitkä ovat Suomen tiekuljetusalan vahvuudet energiatehokkuudessa?
- Mitkä ovat tärkeimmät trendit ja ajavat voimat, jotka vaikuttavat seuraavien 5–10 vuoden aikana tiekuljetusten energiatehokkuuden kehittymiseen?
- Mitkä ovat tärkeimmät tiekuljetusten energiatehokkuuden kehittämisen esteet?

Osallistujat pohtivat kysymyksiä ensin itsekseen, jonka jälkeen he keskustelivat teemoista noin viiden henkilön ryhmissä. Ryhmien tulokset käytiin läpi ja lopuksi äänestettiin viimeisessä keskusteluteemassa esille nostettujen energiatehokkuuden kehittämisen esteiden merkittävyydestä ja poistamisen tarpeellisuudesta.

Suomen tiekuljetusalan vahvuuksiksi nostettiin seuraavat asiat:

- suuri kalusto on energiatehokasta
 - suuri kalusto voi kuitenkin myös olla huono asia tilanteessa, jossa yritykset hankkivat tilanteeseen nähden liian suurta kalustoa varautuakseen asiakkaiden vaihdoksiin (halutaan siis välttää tilanne, jossa kaluston liian pieni koko muodostaisi esteen kuljetusten hoitamiselle)
- suurilla yrityksillä ja yhteenliittymillä koko Suomen kattavat verkostot, joissa kuljetuksia voidaan yhdistellä tehokkaasti

- kuljettajien ajotapakoulutuksessa on Suomessa pitkät perinteet ja ammattipätevyysdirektiivi varmistaa kuljettajien ammattitaidon ylläpitämisen
- yhteistyö viranomaisten ja alan toimijoiden välillä on toimivaa.

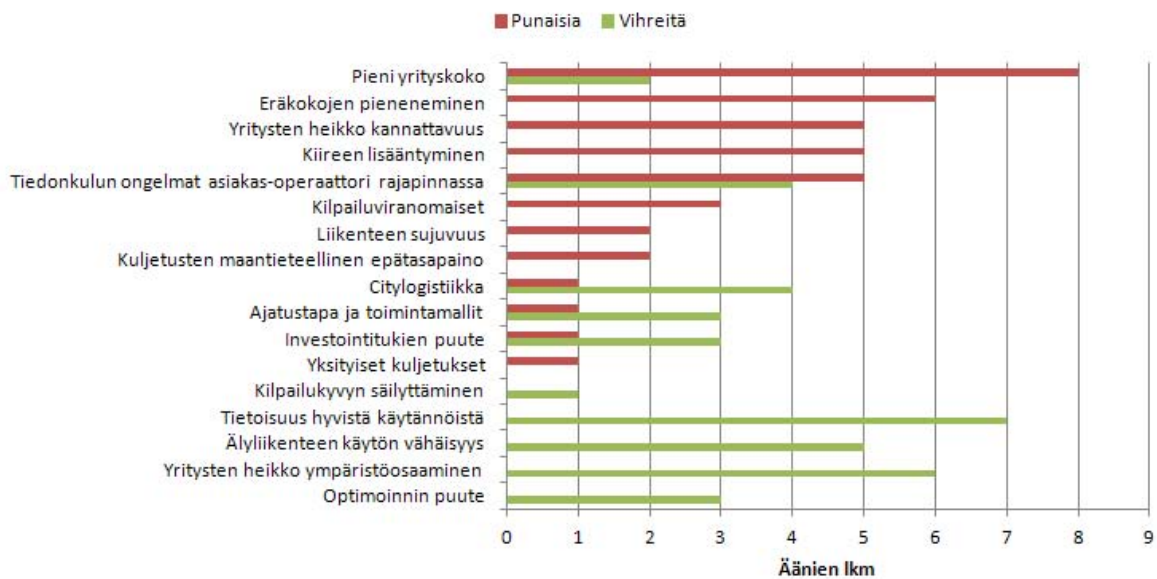
Seuraavien 5-10 vuoden aikajaksolla energiatehokkuuteen vaikuttaviksi trendeiksi ja muutostekijöiksi tunnistettiin seuraavat asiat:

- tärkein energiatehokkuutta parantava tekijä on polttoaineen hinnan nousu
- EU:n ja kansallinen päätöksenteko tuo myös tiukentuvia tavoitteita alalle
- teknologian kehitys jatkuu niin kaluston kuin toiminnan suunnittelun osalta
- talouden kehitys vaikuttaa kuljetustarpeeseen ja siten myös energiatehokkuuteen
- älyliikenne eli erilaiset telemaattiset järjestelmät arkipäiväistyvät osaksi yritysten toimintaa (esim. kuljettajien ajotavan seuranta)
- ulkomaisten toimijoiden osuus Suomen kuljetuksista lisääntyy.

Energiatehokkuuden esteiksi ja kehittämiskohteiksi tunnistettiin puolestaan seuraavat asiat:

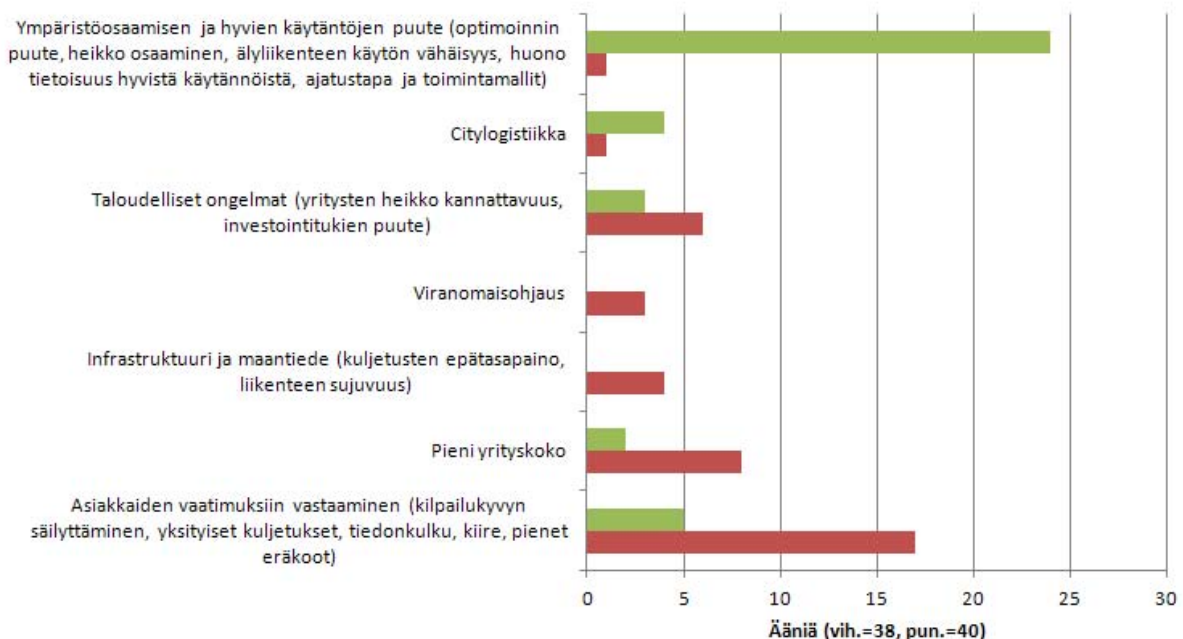
- suurin energiatehokkuuden kehittämisen este on asiakkaiden vaatimuksiin vastaaminen
 - asiakasvaatimukset johtavat eräkokojen pienenemiseen ja kiireen lisääntymiseen
 - asiakkaiden logistiikan ympäristöosaamista on puutteita
 - myös tiedonkulussa on ongelmia kuljetusyrityksen ja asiakkaan välillä
 - kuljetusyrityksen neuvottelu asema usein heikko, joten taloudellisen kilpailukyvyn säilyttämiseksi on pakko tehdä energiatehokkuuden kannalta huonoja ratkaisuja
- Suomen kuljetusalan pieni yrityskoko aiheuttaa myös monia haasteita
 - kuljetuksiin käytetään tarpeeseen nähden liian suurta kalustoa
 - energiatehokkuuden kehittämiseen ei ole osaamista eikä resursseja hankkia osaamista
- pieni yrityskoko vaikuttaa osaltaan myös taloudellisiin haasteisiin, jotka estävät energiatehokkuuden kehittämistä
 - investointeja vaativiin energiatehokkuustoimenpiteisiin ei ole varaa (vaikka takaisinmaksuaika olisi kohtalaisen lyhyt)
 - investointitukia ei myöskään ole saatavilla
- Suomen maantieteestä johtuva kuljetusten epätasapaino heikentää osaltaan energiatehokkuutta
- ympäristöosaamisen kehittämisellä nähtiin olevan selkeästi suurimmat mahdollisuudet energiatehokkuuden parantamiseen
 - osaamisen kehittämistä tarvitaan sekä asiakkaan että kuljetusyritysten osalta
 - hyvien käytäntöjen levittäminen nähdään erityisen potentiaalisena keinona

Tunnistettujen esteiden osalta suoritettiin äänestys. Äänestyksessä kukin osallistuja sai 5 kpl punaisia ja 5 kpl vihreitä tarralappuja, jotka he saivat jakaa haluamilleen fläppitau-luille joko kaikki yhteen ja samaan kohteeseen tai jakaen tarralappuja, eli ääniä, useammalle kohteelle. Punainen tarralappu tarkoitti vakavaa tai merkittävää energiatehokkuuden kehittämisen estettä ja vihreä puolestaan estettä, jonka poistamiseen tulisi ryhtyä, eli esteeseen on mahdollista puuttua ja se voidaan poistaa kustannustehokkaasti. Äänestyksen tulokset on esitetty kuvassa 33.



Kuva 33. Äänestyksen tulokset energiatehokkuuden esteistä. Punainen=vakava tai merkittävä este, vihreä=este, jonka poistamiseen tulisi ryhtyä.

Äänestyksessä oli runsaasti samantyyppisiä toimenpiteitä hieman eri tavoin muotoiltuna, joten toimenpiteet voitiin ryhmitellä seitsemään ryhmään kuvan 34 esittämällä tavalla.



Kuva 34. Äänestyksen tulokset ryhmiteltynä.

Kuvassa 34 esitetty ryhmittely toimi toisen työpajan keskustelujen pohjana, kun tunnistettujen esteiden poistamiseksi pyrittiin löytämään toimenpiteitä.

7.2.2 Toinen työpaja – energiatehokkuuden edistämistoimenpiteiden tunnistaminen

Toisen työpajan keskustelujen pohjaksi osallistujille jaettiin lomake, jossa esitettiin ensimmäisessä työpajassa tunnistetut energiatehokkuuden kehittämisen ongelma-alueet. Osallistujia pyydettiin kirjaamaan lomakkeeseen kuhunkin ongelma-alueeseen liittyviä toimenpiteitä ja mahdollisuuksien mukaan arvioimaan toimenpiteiden vaikutuksen suuruus, toteuttamisen vaikeus, kustannukset ja hyödyt sekä vastuutahot. Toimenpiteistä

keskusteltiin ryhmissä ja lopuksi suoritettiin äänestys. Äänestystä varten kukin osallistuja sai 5 kpl tarralappuja, jotka he jakoivat haluamilleen toimenpiteille sen mukaan, mitkä olivat osallistujan mielestä tärkeimmät toimenpiteet, joilla energiatehokkuutta voidaan parantaa. Äänestäjiä pyydettiin jakamaan tarrat vähintään kolmen eri kohteen kesken. Keskusteluissa tunnistettiin seuraavat toimenpiteet ongelma-alueittain.

Kuljetusyritysten heikko ympäristöosaaminen, vähäinen tietoisuus hyvistä käytännöistä

- vertailutiedon tuottaminen ja jakaminen (benchmarking) [3 ääntä]
 - kytkennät energiatehokkuussopimuksen seurantaan, tieliikenteen tavarankuljetustilastoon ja Logistiikkayritysten liiton uuteen tiedonkeruuseen jäsenistöltään
- koulutus, myös kustannuksista ja hyödyistä tiedottaminen [3 ääntä]
 - myös liikenneturvallisuus on tärkeä motiivi osallistua esim. taloudellisen ajotavan koulutukseen
- energiatehokkuussopimukseen liittyneille yrityksille tiedotustoimintaa [2 ääntä]
 - esim. 4 kertaa vuodessa
- vastuut: LVM, Liikennevirasto, TraFi, Motiva, SKAL, Logistiikkayritysten liitto
 - uutta yritystoimintaa (vrt. taloudellisen ajotavan koulutukset).

Asiakasyritysten logistiikan ympäristöosaamisen heikkous

- energiatehokkuusvaatimusten sisällyttäminen kuntien ja valtion hankintoihin [4 ääntä]
- loppuasiakkailta (kuluttajat) tuleva painostus [0 ääntä]
- kytkentä muiden alojen energiatehokkuussopimuksiin [0 ääntä]
- vastuut: valtio, Kuntaliitto, Hansel, lainsäädäntö.

Eräkokojen pieneneminen, just-in-time -toimintatavat, kiireen lisääntyminen

- mittareiden parantaminen, esim. hiilijalanjälkimerkinnät [0 ääntä]
- Internet-pohjaiset rahdinvälityspalvelut [0 ääntä]
- alueelliset toimialan sisäiset kuljetussopimukset [0 ääntä]
- konsolidointikeskukset, usean toimijan yhteistyönä [0 ääntä]
- asiaan vaikea puuttua, yhteistyöhön kannustaminen kustannussäästöjen avulla esim. toimialojen etujärjestöjen kautta.

Kuljetusyritysten ja -asiakkaiden yhteistyön puutteet

- (isojen) kuljetusyritysten aktiivisuus tiedotuksessa [3 ääntä]
- uudet yhteistyöfoorumit, joissa mukana kuljetusyrityksiä ja -asiakkaita (liittyy edelliseen ongelma-alueeseen) [0 ääntä].

Citylogistiikka, kuljettaminen kaupunkikeskustoissa

- logistiikkakeskukset, kuljetusten yhdistäminen, terminaalien sijoittelu [4 ääntä]
- kalustovalinnat esim. sähkö- ja hybridautot [2 ääntä]
- reitinsuunnittelu [1 ääni]
- julkisten hankintojen keskittäminen yhden operaattorin kautta [1 ääni]
- vastuut: kuljetusyritykset, kunnat.

Energiatehokkuutta parantavien investointien korkeat kustannukset, kannattavuusongelmat

- investointituet energiatehokkuussopimukseen liittyneille [4 ääntä]
- koulutusta hyöty-kustannuslaskelmiin [2 ääntä]
- halvat investointilainat [0 ääntä].

Älyliikenteen hyödyntämisen vähäisyys

- alan yleinen sähköistyminen (sähköiset rahtikirjat) [3 ääntä]
- uuden kaluston yleistäminen, lisää älykkäitä ratkaisuja vakiona [1 ääni]
- reitinsuunnittelu ruuhkat ja energiankulutus huomioon ottaen [0 ääntä]

- vastuut: uusien palvelukokonaisuuksien kaupalliset avaukset, tietoisuuden levittäjänä ITS Finland -verkosto, sähköiset rahtikirjat Logistiikkayritysten liiton prioriteettina.

Liikenteen sujuvuuden ja infrastruktuurin puutteet

- henkilöautoliikenteen määrään vaikuttaminen [2 ääntä]
- yö-/hiljaisen ajan toimitusten lisääntyminen [0 ääntä]
- ruuhkahuiput ovat lyhyitä, ei kovin vakava ongelma.

7.2.3 Kolmas työpaja – toimenpide-ehdotus

Kolmanteen työpajaan osallistuneille lähetettiin viikko ennen työpajaa luonnos toimenpide-ehdotuksesta energiatehokkuuden kehittämiseksi ja hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi Suomessa 2012–2016. Toimenpide-ehdotus pohjautui toisessa työpajassa tunnistettuihin toimenpiteisiin ja myös tutkimuksen muissa osa-alueissa tunnistettuihin toimenpiteisiin. Työpajassa toimenpide-ehdotus käytiin järjestelmällisesti läpi ja osallistujat saivat esittää kommenttinsa, joiden pohjalta tutkijat kehittivät ehdotusta luvussa 7.3 esitettävään muotoon.

7.3 Toimenpide-ehdotukset energiatehokkuuden kehittämiseksi ja hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi 2012–2016

Tiekuljetusalan energiatehokkuuden ja hiilidioksidipäästöjen tulevaisuus (KULJETUS) -hankkeen tavoitteena on tukea Tavarankuljetusten ja logistiikan energiatehokkuussopimuksen toteutusta. Hankkeessa järjestettiin kolme työpajaa vuonna 2011, joissa tunnistettiin tiekuljetusalan energiatehokkuuden kehittämisen ja hiilidioksidipäästöjen vähentämisen esteitä ja ongelmia ja pyrittiin löytämään toimenpiteitä, joilla näihin voidaan puuttua. Työpajojen sekä tutkimustyön tuloksena on koottu tämä ehdotus toimenpidesuunnitelmaksi vuosille 2012–2016. Tässä esitetään seuraavat seitsemän toimenpidettä, jotka ovat nousseet esille hankkeen aikana ja ovat energiatehokkuussopimuksen kannalta keskeisimmät.

- 1) Energiatehokkuussopimuksen markkinointi ja siihen liittyneiden yritysten koulutus- ja tiedotustoiminta.
- 2) Kuljetusten energiatehokkuuteen liittyvän tiedon tuottaminen ja jakaminen.
- 3) Investointitukien tarjoaminen energiatehokkuussopimukseen liittyneille yrityksille.
- 4) Energiatehokkuusvaatimusten sisällyttäminen valtion ja kuntien hankintoihin.
- 5) Teollisuuden ja kaupan alan energiatehokkuussopimukseen sisällytetään tavarankuljetusten ja logistiikan energiatehokkuussopimukseen liittymistä tukevaa sisältöä.
- 6) Olemassa olevien foorumien hyödyntäminen tavarankuljetusten ja logistiikan energiatehokkuuden keskustelukanavana ja tietoisuuden lisääjänä kuljetusyritysten ja kuljetusasiakkaiden välillä.
- 7) Kaupunkilogistiikan koordinointi ja yhteistyön kehittäminen.

7.3.1 Kehittämisaalue 1: Energiatehokkuussopimus

Toimenpide 1: Energiatehokkuussopimuksen markkinointi ja siihen liittyneiden yritysten koulutus- ja tiedotustoiminta.

Energiatehokkuussopimuksen markkinointiin kehitetään markkinointisuunnitelma ja varataan resurssit, joilla varmistetaan se, että sopimus näkyy kaikissa tärkeimmissä kuljetusalan tapahtumissa. Markkinoinnissa hyödynnetään olemassa olevia kanavia ja tehdään yhteistyötä energiatehokkuussopimuksen osapuolien kesken. Markkinoinnissa korostetaan sitä, että energiatehokkuuden parantaminen parantaa myös yrityksen kustannustehokkuutta.

Samalla tulisi välittää tietoa energiatehokkuuden parantamisen hyödyistä ja kustannuksista sekä parhaista käytännöistä. Erityisesti energiatehokkuuden parantamiseen liittyvis-

tä konkreettisista hyöty-kustannuslaskelmista tarvitaan tietoa, jota täytyy tuottaa myös tutkimuksella. PIHI-järjestelmään kehitetään työkalu, jolla yritykset voivat laskea energiatehokkuustoimenpiteiden vaikutuksia omalla kalustollaan. Kuljetusyrityksille voidaan esimerkiksi tuottaa neljästi vuodessa uutiskirje SKAL:n jäsenille tai muuta vastaavaa säännöllistä tiedotustoimintaa, jossa tuotaisiin esille mm. hyviä käytäntöjä ja tapausesimerkkejä energiatehokkuuden parantamisesta, vaikkapa ”energiatehokkuus on pieniä tekoja” -tyyppisesti. Tiedotuksessa hyödynnetään alan yhdistysten lehtiä ja suuren kuljetusyritysten asiakaslehtiä.

Kehitetään energiatehokkuuskoulutus, joka on sopimukseen liittyneille yrityksille ilmainen ja jonka voi sisällyttää yhtenä koulutuspäivänä kuljettajien ammattipätevyysdirektiivin edellyttämään koulutukseen.

Myös kilpailuilla, esim. ”energiatehokkuuden innovaatiopalkinto”, voidaan rohkaista tuomaan esille yrityksissä luotuja omia tai muuten käyttöönotettuja hyviä käytäntöjä (palkinnot, tunnustus).

Hyvien käytäntöjen levittämisestä voi ottaa mallia esimerkiksi Britannian Freight Best Practice (FBP) -ohjelmasta, joka on päättynyt vuonna 2011. Ohjelma tavoitti kuljetusyritykset tehokkaasti ja sai aikaan merkittäviä säästöjä polttoaineenkulutuksessa (AECOM 2010; Databuild 2007).

Hyödyt	Kustannukset ja haasteet	Vastuutahot ja roolit
<ul style="list-style-type: none"> - Kasvattaa tietoisuutta energiatehokkuuden parantamismahdollisuuksista, niillä saavutettavista hyödyistä ja niihin liittyvistä kustannuksista - Energiatehokkuusteema voidaan kytkeä muiden koulutuspäivien ja -tapahtumien yhteyteen - Mahdollisuus yhdistää esimerkiksi taloudellisen ajotavan koulutuksessa liikenneturvallisuusnäkökulmia - Voi myös synnyttää uutta yritys- ja koulutustoimintaa (vrt. Ecodriving) 	<ul style="list-style-type: none"> - Koulutuksesta syntyy kustannuksia osallistuville yrityksille, joten koulutuksen tulee olla sekä ajallisesti tehokasta että sisällöllisesti hyödyllistä - Tiedot energiatehokkuuden parantamisen hyödyistä ja kustannuksista kerättävä ja hyöty-kustannuslaskelmia laadittava 	<ul style="list-style-type: none"> - Sopimuksen pääosapuolet: hyötyihin ja kustannuksiin liittyvän tiedonkeruun organisointi - Motiva: tiedotus, koulutuksen järjestämisen tuki, esim. materiaalin tuottaminen - SKAL ja LL: tiedotus ja koulutus - Koulutusyritykset: koulutuksen tarjoaminen

Toimenpide 2: Kuljetusten energiatehokkuuteen liittyvän tiedon tuottaminen ja jakaminen

Tiekuljetusten energiatehokkuuteen ja hiilidioksidipäästöihin liittyvän tiedon tuottamista systematisoidaan. KULJETUS-hankkeessa kehitetyllä menetelmällä tuotetaan vuosittain seurantatietoa kehityksestä Suomen tasolla ja toimialatasolla. Toimialatason tietoa viedään PIHI-järjestelmään vertailutiedoksi kuljetusyrityksille. Toimialatason tietoa levitetään myös toimialakohtaisiin energiatehokkuussopimuksiin liittyneille kuljetusasiakkaille. Toimialoittain myös toteutetaan Suomessa Iso-Britannian Key Performance Indicator (KPI) -tutkimusten (McKinnon 2009b) mallin mukaiset selvitykset toimialojen kuljetusten tehokkuudesta.

Tieliikenteen tavarankuljetustilaston tiedonkeruutapa on muuttunut vuonna 2011 (Tilastokeskus 2011d). Tilaston vertailtavuus vuosien 1995–2010 aineistoihin varmistetaan. Jotta tilastosta saataisiin tulevaisuudessa tietoa myös polttoaineenkulutuksesta ja energiatehokkuudesta, tulisi tilastoon lisätä tähän liittyvä kysymys. Polttoaineenkulutuksen

ilmoittamiseen voisi antaa mahdolliseksi tavoiksi matkakohtaisen kulutuksen (litraa tai l/100km), tutkimuspäivien kokonaiskulutuksen (litraa tai l/100km) tai tutkittavan auton keskimääräisen kulutuksen (l/100km) ilmoittamisen.

Hankkeessa tehty kysely kuljetusyrityksille toteutetaan myös vuosina 2013 ja 2016 energiatehokkuuden tason ja siihen liittyvien toimenpiteiden vaikutusten selvittämiseksi.

Energiatehokkuussopimukseen liittyneille tarjotaan koulutusta kuljetussuoritteiden mittaamisesta ja kuljetuspalvelujen hiilijalanjäljen mittaamisesta. Energiatehokkuussopimuksen pääosapuolet osallistuvat aktiivisesti hiilijalanjäljen mittaamiseen liittyvään standardointityöhön.

Hyödyt	Kustannukset ja haasteet	Vastuutahot ja roolit
<ul style="list-style-type: none"> - Tuottaa uutta tietoa energiatehokkuuteen liittyvistä ilmiöistä ja energiatehokkuuden kehittämisestä - Tukee energiatehokkuussopimuksen tavoitteiden toteutumisen seurantaa - Auttaa yrityksiä tunnistamaan, miten ne sijoittuvat muihin nähden ja siten arvioimaan kehittämispotentiaaliaan 	<ul style="list-style-type: none"> - Haasteena saada yritykset sitoutumaan tietojen tuottamiseen ja luovuttamiseen, aktiivisia voitaisiin esim. palkita (hyvälaatuisen datan tuottajien kesken arvonta tms.) - Yritysten puutteet datan keräämisessä (esim. tonnikipometritieto puuttuu), myös omien alihankkijoiden energiatehokkuuteen liittyvien tietojen kerääminen vaikeaa - Eri tietolähteiden yhdistäminen vaatii heikentää tiedon luotettavuutta 	<ul style="list-style-type: none"> - Sopimukseen liittyneet yritykset: omien tietojen tuottaminen PIHI-järjestelmään (ja vertailutiedon hyödyntäminen) - Sopimuksen pääosapuolet, erityisesti LVM (PIHI-seurantajärjestelmän tilaajana): eri osapuolten motivointi, vertailutiedon tuottamisen resursointi ja aktiivinen hyödyntäminen - Tilastokeskus: tieliikenteen tavarankuljetustilaston kehittäminen

Toimenpide 3: Investointitukien tarjoaminen energiatehokkuussopimukseen liittyneille yrityksille

Useilla energiatehokkuussopimusaloilla on hyödynnetty investointitukia, joilla on tuettu yritysten siirtymistä energiatehokkaampiin prosesseihin ja toimintaan, esim. laite- ja koneinvestointeja. Tavarankuljetusten ja logistiikan energiatehokkuussopimuksessa tuetaan auditointituella energiatehokkuuskatselmoitteja ja –auditointeja. Investointituet kohdistetaan siten, että ne tukevat uuden ja vähäkuluttavan kaluston yleistymistä (esim. hybridi-autot), energiatehokkuutta parantavien lisävarusteiden käyttöönottoa (esim. ilmanohjaimet), sähköisiä toimintaprosesseja ja älykkäiden järjestelmien (esim. seurantajärjestelmät) hyödyntämistä. Esimerkiksi Britannian FBP-ohjelmassa energiatehokkuuden auditointi (small business advisor) oli pienille yrityksille ilmainen, ja maksoi noin 500 puntaa isommille yrityksille.

Investointituen piiriin kuuluvan kaluston ja lisävarusteiden määrittämiseksi luodaan toimintamalli, jossa näitä tarjoavan yrityksen on varmennettava tuotteella saavutettavat polttoainesäästöt riippumattomassa tutkimuslaitoksessa. Näin varmennettu tuote kuuluu investointituen piiriin ja sitä saa markkinoida PIHI-järjestelmässä.

Hyödyt	Kustannukset ja haasteet	Vastuutahot ja roolit
<ul style="list-style-type: none"> - Lisää (toteutustavasta riippuen) merkittävästi kiinnostusta liittyä energiatehokkuussopimukseen - Alentaa kynnystä investoida energiatehokkuutta parantavaan teknologiaan 	<ul style="list-style-type: none"> - Vaatii rahallista tukea mahdollisesti paljonkin (riippuen investointituen ehdoista) - Tulee määritellä, mikä kuuluu investointituen piiriin, ts. mitä halutaan edistää (ja edellyttää tutkimusta) 	<ul style="list-style-type: none"> - Sopimuksen pääosapuolet: investointitukien määrittely (vaihtoehdot, tutkimus) - TEM: Investointitukien ehdot ja määrärahat - Motiva: tiedotus

7.3.2 Kehittämisaalue 2: Energiatehokkuuden huomioon ottaminen kuljetuspalvelujen hankinnassa

Toimenpide 4: Energiatehokkuusvaatimusten sisällyttäminen valtion ja kuntien hankintoihin

Valtio ja kunnat edellyttävät energiatehokkuuteen liittyen tiettyä vähimmäistasoa: kuljetuspalvelua tarjoavan yrityksen tulee olla liittynyt energiatehokkuussopimukseen ja tulee esittää energiatodistus vastatessaan tarjouspyyntöön. Kilpailutuksessa annetaan lisäpisteitä energiatehokkuustoimenpiteistä, taloudellisesta ajotavasta ja energiatehokkuuden seurannasta. Lisäpisteiden arvoiksi luokiteltavista asioista tehdään ohjeistus. Kuljetusten energiatehokkuus lisätään osaksi kuntien energiatehokkuussopimusta.

Suomessa on valmisteilla laki ajoneuvojen energia- ja ympäristövaikutusten huomioon ottamisesta julkisissa hankinnoissa (LVM 2011). Tämän lain voimaansaattamisen yhteydessä tehtävässä koulutuksessa ja tiedotuksessa kerrotaan myös kuljetuspalvelujen energiatehokkuuden huomioon ottamisesta.

Hyödyt	Kustannukset ja haasteet	Vastuutahot ja roolit
- Valtio ja kunnat ovat merkittävä kuljetuspalveluiden tilaaja: kiinnittämällä tilaajana merkittävästi huomiota energiatehokkuusvaatimuksiin ja edellyttämällä energiatehokkuussopimukseen liittymistä syntyy tehokas markkinointikeino sopimukselle	- Energiatehokkaalle kalustolle tulee määritellä kriteerit	Valtio (valtiovarainministeriö), valtion virastot, kunnat: energiatehokkuusvaatimusten sisällyttäminen kuljetusten hankintakriteereihin Hansel Oy: kuljetuksiin ja logistiikkaan liittyvissä kilpailutuksissa ja puitejärjestelyissä energiatehokkuus sisällytetään hankintakriteereihin

Toimenpide 5: Teollisuuden ja kaupan alan energiatehokkuussopimukseen sisällytetään tavarankuljetusten ja logistiikan energiatehokkuussopimukseen liittymistä tukevaa sisältöä

Muiden alojen energiatehokkuussopimukseen voidaan sisällyttää, 1) että teollisuuden tai kaupan yritys kuljetuspalveluita tilatessaan edellyttää kuljetusyrityksen olevan liittynyt energiatehokkuussopimukseen ja että kuljetusyritys esittää energiatodistuksen, ja 2) että heidän kanssa kuljetussopimuksen tekevät kuljetusyritykset raportoivat energian käytöstään ja energiatehokkuudesta tilaajayritykselle. PIHI-järjestelmään kehitetään mahdollisuus kenen tahansa päästä katsomaan toimialakohtaisia kuljetusten energiatehokkuuden vertailutietoja, jotta kuljetusasiakas voi verrata ostamiensa kuljetuspalvelujen tehokkuutta toimialan yleiseen tasoon.

Hyödyt	Kustannukset ja haasteet	Vastuutahot ja roolit
- Motivaatio liittyä sopimukseen kasvaa, kun kuljetusasiakkaat nostavat asian esille - Lisää myös motivaatiota raportointiin, sillä tiedolle on paitsi omaa käyttöä, myös käyttöä muualla	- Olemassa olevat sopimukset muilla aloilla myös pitkäkestoisia - On epävarmaa, kuinka paljon tämä lisää tilaajayritysten todellista kiinnostusta kuljetusyritysten energiatehokkuuteen (ts. miten siirtyy sopimuksesta käytäntöön)	Motiva ja TEM: sopimusten uusimisen valmistelu siten, että tavarankuljetusten ja logistiikan energiatehokkuus otetaan sopimuksessa aiempaan laajemmin huomioon

Toimenpide 6: Olemassa olevien foorumien hyödyntäminen tavarankuljetusten ja logistiikan energiatehokkuuden keskustelukanavana ja tietoisuuden lisääjänä kuljetusyritysten ja kuljetusasiakkaiden välillä.

Tämän näkökulman korostaminen lisääisi mahdollisuuksia parantaa kuljetusyritysten ja kuljetusten tilaajien yhteistyötä energiatehokkuuden kehittämisessä. Keskeistä tässä yhteistyössä on tuoda esille energiatehokkuuden parantamiseen liittyvät kustannussäästöjen mahdollisuudet, joista molemmat osapuolet voivat hyötyä.

Olemassa olevien nykyisten foorumien, joilla kuljetusyritykset ja kuljetusasiakkaat kohtaavat, hyödyntäminen kuljetusten energiatehokkuuden kehittämisen yhteistyön lisäämisessä (esim. sen käsittely, miten logistiset toimintatavat, vaikkapa just in time -toimintamallit vaikuttavat energiatehokkuuteen ja mitä eri toimijat voisivat tehdä energiatehokkuuden parantamisen näkökulmasta). Näitä foorumeja ovat esimerkiksi Suomen osto- ja logistiikkayhdistyksen (LOGY) piiri- ja foorumitoiminta, alan messut ja muut tapahtumat.

Kuljetusyritysten aktiivisuus asiakkaittensa suuntaan energiatehokkuuden kehittämisessä. Erityisesti suurimmilla kuljetusyrityksillä on useita vaikutusmahdollisuuksia ja -kanavia asiakkaidensa suuntaan. Energiatehokkuus voidaan tuoda esille mm. asiakaslehdissä, verkkosivulla ja asiakastapaamisissa. Näissä esillä voisi olla mm. kuljetusten tilaajan rooli ja mahdollisuudet kuljetusten energiatehokkuuden parantamisessa.

Uutena yhteistyöfoorumina voidaan Suomessa käynnistää Ruotsin Nätverket för Transporter och Miljön (NTM) kaltainen toiminta, joka kokoaa yhteen kuljetusyrityksiä, asiakasyrityksiä, konsultteja ja tutkijoita. NTM on halukas laajentamaan yhteistyömalliaan kaikkiin Pohjoismaihin, mikä mahdollistaa eri maiden välisen vertailun ja oppimisen toisilta.

Hyödyt	Kustannukset ja haasteet	Vastuutahot ja roolit
- Kuljetusten energiatehokkuus määrittyy suurelta osin logistisista toimintatavoista, ja kuljetusten operointi itsessään vaikuttaa rajallisesti energiatehokkuuteen -> yhteistyön ja vuorovaikutuksen lisäämisessä on suuri energiatehokkuuden kehittämispotentiaali	- Asian merkityksen riittävä korostuminen, jotta eri osapuolet kokevat aiheen aidosti tärkeänä ja kiinnostavana	- Sopimuksen pääosapuolet: johtoryhmän mahdollinen täydentäminen - Sopimuksen pääosapuolet ja sopimukseen liittyneet yritykset: olemassa olevien foorumien hyödyntäminen energiatehokkuuden kehittämisessä

7.3.3 Kehittämisaalue 3: Kaupunkilogistiikka

Toimenpide 7: Kaupunkilogistiikan koordinointi ja yhteistyön kehittäminen

Suurimpien kaupunkien omat kuljetukset tulisi järjestää keskitetysti yhden toimijan kautta. Toimija voi olla kaupungille perustettava oma organisaatio tai kuljetusten ohjaus voidaan ulkoistaa logistiikkayritykselle, kuten Tukholmassa on tehty. Tukholmassa kaupungin omien kuljetusten keskittämällä vähennettiin toimitusten määrää kaupungin toimipisteissä 75 % (Schenker 2006). Suomessa esimerkiksi Vantaalla on saatu hyviä kokemuksia kaikkien kaupungin kuljetusten keskittämisestä logistiikkakeskuksen kautta.

Suurimmat kaupungit voivat edistää myös yksityisten kuljetusten keskittämistä perustamalla kaupunkilogistiikan yhteistyöfoorumin. Foorumin avainjäseniä ovat suuret logistiikkayritykset ja vähittäiskaupan sekä hotelli-, ravintola- ja cateringalan ketjut.

Kuljetusten yhdistämisen potentiaalin selvittämiseksi on tarpeen suorittaa kuljetustarvekysely kaupungin alueella toimiville yrityksille. Kuljetustarveselvityksen pohjalta voidaan suunnitella esimerkiksi keskustan jakelualueita, joiden sisällä toimivat yritykset pyritään saamaan tekemään yhteistyötä kuljetuksia yhdistämällä. Kaupungin edustaja voi toimia jakelualueiden yritysten koollekutsujana. Kuljetustarpeiden selvittämisen avulla voidaan tarkastella myös mahdollisuuksia keskustan sisäisten pienten jakelukeskusten perustamiselle, joiden avulla voidaan saada esimerkiksi kuljetuskalusto pois kävely- ja joukkoliikennekaduilta.

Kaupunki voi myös kannustaa kuljetusyrityksiä energiatehokkaaseen toimintaan. Esimerkiksi ympäristövyöhykkeitä ja ruuhkamaksuja käyttöönotettaessa voidaan tarjota energiatehokkuussopimukseen liittyneille kuljetusyrityksille alennusta pysäköintimaksuista ja ruuhkamaksuista.

Tulevaisuuden kaupunkilogistiikkaa voidaan ennakoida vaatimalla uusiin suuriin rakennuksiin Lontoon mallin mukainen Construction Logistics Plan (CLP) ja Delivery and Servicing Plan (DSP). Toimitusten suunnittelulla pyritään parantamaan sekä rakentamisen että käytön aikaisten kuljetusten tehokkuutta. Kiinteistöjen omistajien ja kuljetusyritysten yhteistyöllä suunnitellaan kiinteistön kuljetukset tehokkaiksi ja lastinkäsittely turvallisiksi. Lontoossa kaupunki on näyttänyt esimerkkiä tekemällä DSP-suunnitelmat omiin olemassa oleviin kiinteistöihinsä (TfL 2011).

Hyödyt	Kustannukset ja haasteet	Vastuutahot ja roolit
- Voidaan kuljettaa suurempia tavaraeriä ja hyödyntää autojen kapasiteettia paremmin (vähemmän autoja, vähemmän häiriöitä kaupunkialueiden viihtyvyydelle ja liikenteelle)	- Tarvitaan poliittisia päätöksiä ja useiden kilpailevien yritysten yhteistyötä	- Suurimmat kaupungit: kuljetusten yhdistelyn mahdollisuuksien selvittäminen ja hyödyntäminen - Kuntaliitto: parhaiden käytäntöjen levittäminen ja koulutus - Kuljetusyritykset: energiatehokkuuden voimakkaampi painottaminen toiminnan kehittämisessä, yhteistyön kehittäminen

8. Yhteenveto

Tiekuljetusalan energiatehokkuuden ja hiilidioksidipäästöjen tulevaisuus (KULJETUS) -hankkeen tavoitteena oli (1) ennakoida saavutetaanko alalle asetetut energiatehokkuus- ja hiilidioksidipäästötavoitteet ja (2) antaa suosituksia toimenpiteistä, joilla tavoitteiden saavuttamista voidaan edistää. Tiekuljetusalan energiatehokkuutta tutkittiin hankkeessa Suomessa ja kansainvälisesti ainutlaatuisen monipuolisesti ja yksityiskohtaisesti. Tutkimuksessa käytetty arviointikehikko jäsentelee tiekuljetusalan energiatehokkuuteen ja hiilidioksidipäästöihin vaikuttavat asiat erinomaisesti ja mahdollistaa monimutkaistenkin yhteyksien systemaattisen analysoinnin.

Tulokset osoittavat, että pienet kuljetusyritykset eivät näytä huomaavan asiakkaiden kovenivia vaatimuksia energiatehokkuuden kehittämiseksi, eikä niillä myöskään välttämättä ole taloudellisia resursseja investointeja vaativiin energiatehokkuustoimenpiteisiin. Yritykset näyttävät olevan tietoisia useimmista toimenpiteistä, mutta niiltä voi puuttua tietotaitoa hyöty-kustannusanalyysien tekemiseen. Tähän liittyviä haasteita voisi vähentää energiatehokkuusauditointien ja kehityssuunnitelmien tekeminen valtion tuella. Suomessa esimerkiksi Motiva voisi kouluttaa audittoijia, joiden toimintaa tuettaisiin osittain valtion rahoituksella. Tuki olisi tarjolla vain energiatehokkuussopimukseen liittyneille kuljetusyrityksille, mikä voisi edistää yritysten liittymistä sopimukseen. Samoin valtio voisi ottaa käyttöön investointitukia sopimukseen liittyneille yrityksille. Kuljetusyritykset, jotka mittaavat, raportoivat ja kehittävät energiatehokkuuttaan, voivat saavuttaa kilpailuetua muihin yrityksiin nähden. Raportointi voi kasvattaa luottamusta yrityksen ja asiakkaan välillä ja johtaa syvempään yhteistyöhön, mikä mahdollistaa myös pidemmät sopimukset ja pitkän aikavälin logistisen suunnittelun, joka hyödyttää molempia yrityksiä ja myös ympäristöä. Mittaaminen on energiatehokkuuden kehittämisen edellytys ja mittaamisen ei pitäisi rajoittua vain polttoaineenkulutuksen mittaamiseen vaan sen pitäisi kattaa myös kuljetussuoritteeseen liittyvät asiat. Jokainen kuljetustehtävä pitäisi kirjata yksityiskohtaisesti, jotta energiatehokkuustoimenpiteiden vaikutuksia pystytään arvioimaan ja hiilidioksidipäästöjä raportoimaan asiakkaille. Mittaamiseen ei useinkaan tarvita uusia teknisiä apuvälineitä vaan kyse on olemassa olevan tiedon paremmasta hyödyntämisestä. Kyselyn tulosten perusteella suomalaisilla kuljetusyrityksillä on runsaasti kehitettävää tällä alueella, mutta kehitys varmasti kannattaa, sillä yksityiskohtaisen mittaamisen kautta löytyy varmasti tehokkuutta parantavia ja kustannuksia pienentäviä kehityskohteita.

On ilmeistä, että energiatehokkuussopimus ja PIHI-seurantajärjestelmä tarjoavat hyvän ympäristön energiatehokkuuden edistämiseen ja edistämistoimien pitäisi liittyä niiden kehittämiseen. Energiatehokkuuden parantamiseksi PIHI-järjestelmän tulisi mahdollistaa energiatehokkuustoimenpiteiden vaikutusten arviointi yrityksen omalla kalustolla. Järjestelmän käyttöä pitäisi helpottaa ja sen kautta tulee jakaa puolueetonta tietoa energiatehokkuustoimenpiteistä, parhaista käytännöistä ja toimialoittaisista polttoaineenkulutuksen keskiarvoista. Valtion ja kuntien hankinnoissa tulisi myös kuljetuspalveluja hankittaessa edellyttää tarjoajilta energiatehokkuussopimukseen liittymistä. Myös yksityisen sektorin hankintoihin voidaan vaikuttaa toimialoittaisten energiatehokkuussopimusten kautta tiedottamalla niihin liittyneille yrityksille tavarankuljetusten ja logistiikan energiatehokkuussopimuksesta ja mahdollisuuksista edellyttää siihen liittymistä kuljetuspalveluja tuottavilta yrityksiltä.

Tutkimuksen tilastoanalyysissä kehitettiin täysin uusi menetelmä polttoaineenkulutustiedon yhdistämiseen tieliikenteen tavarankuljetustilaston aineistoon, mikä mahdollisti hyvin tarkan analyysin ja myös tavarankuljetusten ja logistiikan energiatehokkuussopimuksen tavoitteen määrittämisen. Tulevaisuudessa tietoa polttoaineenkulutuksesta voitaisiin kerätä suoraan tavarankuljetustilaston aineiston keräämisen yhteydessä liittämällä siihen kysymys jokaisen raportoidun matkan polttoaineenkulutuksesta tai edes tutkittavan au-

ton keskkulutuksesta. Tällöin voitaisiin arvioida autokohtaisia eroja tavalla, joka tässä tutkimuksessa tehdyssä tietojen yhdistämisessä ei ollut mahdollista.

Tuloksemme osoittavat, että toimialojen taloudellisella kehityksellä on erittäin suuri merkitys tiekuljetusten energiatehokkuuteen ja hiilidioksidipäästöihin. Massakuljetuksia tarvitsevat toimialat ovat kuljetusintensiivisiä, mutta niiden kuljetukset ovat myös energiatehokkaita. Kuljetusten painopisteen siirtyminen näille toimialoille parantaisi energiatehokkuutta, mutta myös kasvattaisi hiilidioksidipäästöjä. Suomessa erityisesti vuoden 2002 jälkeen toteutunut kuljetusten painopisteen vähittäinen siirtyminen kappaletavaraa kuljettaville toimialoille on puolestaan heikentänyt energiatehokkuutta, mutta myös vähentänyt kuljetusten hiilidioksidipäästöjä. Painopisteen siirtyminen on johtunut erityisesti metsäteollisuuden merkityksen pienenemisestä ja kaupan ja teknologiateollisuuden merkityksen kasvusta.

Liikennepoliittisena haasteena kuitenkin on talouden painopisteen suuri merkitys tiekuljetusten energiatehokkuuteen ja päästöihin. Energiatehokkuussopimuksessa asetettiin tavoite energiatehokkuudelle Suomen tasolla. Tavoitetta ei kuitenkaan ilmoitettu selkeänä lukuarvona sopimuksessa eikä siihen käytännössä ollut edellytyksiäkään ennen tätä tutkimusta. Tavoitteeksi määritettiin tässä tutkimuksessa 3,41 tkm/kWh ja vuoteen 2016 tehtyjen skenaarioiden valossa tuon tavoitteen saavuttaminen on hyvin vaikeaa. Tämä johtuu osaltaan siitä, että tavoitteen asettelussa energiankulutus ja kuljetussuorite mitataan eri aikajaksoilta ja energiatehokkuus on Suomessa huonontunut tällä jaksolla. Suomessa tiekuljetusten energiatehokkuus on niin riippuvainen toimialojen taloudellisesta kehityksestä, että yksittäinen tavoite energiatehokkuudelle ei käytännössä toimi. Kullekin toimialalle voidaan perustellusti asettaa tavoite tiekuljetusten energiatehokkuudelle, koska toimialan sisäiseen kuljetusten tehokkuuteen voidaan vaikuttaa liikennepoliittisilla keinoilla.

Myöskään tiekuljetusten hiilidioksidipäästöjen vähentämisen tavoitteiden saavuttaminen Suomen tasolla ei ole käytännössä pelkästään liikennepoliittikan vaikutuspiirissä. Tiekuljetusten hiilidioksidipäästöjen määrä riippuu toimialojen taloudellisesta kehityksestä, joka määrittää kuljetussuoritteen kysynnän ja siten myös tarvittavan liikennesuoritteen ja aiheutuvat hiilidioksidipäästöt. Liikennepoliittikan onnistumista arvioitaessa huomio pitää kohdistaa arviointikehikon avainlukujen ja koontisuureiden Suomen tason tarkastelun sijaan indikaattoreihin ja niiden toimialatason tarkasteluun ja vaikuttamiseen. Tällä tasolla voidaan vaikuttaa esimerkiksi eri kuljetusmuotojen hyödyntämiseen, yritysten logistiikkakeskusten sijoitteluun, kuljetusyhteistyön edistämiseen kuormitusasteen nostamiseksi ja tyhjänä ajon vähentämiseksi, polttoaineenkulutusta alentavan kalustotekniikan edistämiseen, taloudellisen ajotavan edistämiseen ja liikenteen sujuvuuden varmistamiseen tärkeillä kuljetusväylillä. Tässä esitetyn kaltainen toimialatason syvälinen analyysi on välttämätön liikennepoliittisten tavoitteiden saavuttamisen arvioimiseksi. Nyt tehty analyysi tulee toteuttaa vertailtavuuden säilyttämiseksi samansisältöisenä vuosittain. Tehty analyysi on yksityiskohtaisuudessaan maailmanlaajuisesti ainutlaatuinen, mutta menetelmää voidaan hyödyntää ainakin EU:n sisällä tavarankuljetustietoa Suomen kanssa samalla tavoin keräävissä maissa. Tällainen kansainvälinen tutkimus mahdollistaisi ensimmäistä kertaa maiden todellisten erojen vertailun, kun samaa tutkimusmenetelmää käytettäisiin eri maissa.

Suomi on EU:n jäsenenä sitoutunut EU:n tavoitteisiin hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi liikennesektorilla 60 % vuoden 1990 tasosta vuoteen 2050 mennessä. Hiilidioksidipäästötavoitteen saavuttaminen on mahdollista vuoteen 2030 tehtyjen skenaarioiden valossa. On tärkeää huomata, että tavoite voidaan saavuttaa hyvin erilaisilla kehityskuluilla. Tehostuvat tiekuljetukset ja Ekotalous -skenaarioissa hiilidioksidipäästöt ovat paljon tavoitetta alhaisemmat, mutta muissa skenaarioissa päädytään suunnilleen tavoitteen tasolle. Näin on siitä huolimatta, että kansantalouden rakenteet ja vielä tiekuljetussuoritteetkin ovat hyvin erilaiset skenaarioissa. On myös tärkeää huomata, että biopolt-

toaineilla on hyvin vähäinen merkitys tavoitteen saavuttamisessa. Biopolttoaineilla saavutettava päästövähennys on suurimmillaan 10 % päästömäärästä Ekotalous-skenaariossa. Esimerkiksi Perusura-skenaariossa hiilidioksidipäästöt olisivat vain 0,1 milj. tonnia suuremmat, jos biopolttoaineille ei laskettaisi lainkaan päästövähennystä. Liikennepolitiittisessa ohjauksessa on siis käytettävissä hyvin laajat mahdollisuudet vaikuttaa merkittävästi tiekuljetusten tehokkuuteen ja siten hiilidioksidipäästöihin. Ymmärrys päästöjen muodostumisen kokonaisuudesta on välttämätön ohjauksen pohjaksi ja tässä kehitetyillä menetelmillä ohjauksen tueksi voidaan tehdä monipuolisia vaihtoehtoisten tulevaisuuksien tarkasteluja.

Hankkeen työpajat toimivat erinomaisena keskustelufoorumina kuljetusalan sidosryhmien kesken. Työpajoissa tunnistettiin tiekuljetusalan energiatehokkuuden kehittämisen esteet ja löydettiin monipuolinen valikoima toimenpiteitä esteiden purkamiseksi. Tehdyssä toimenpide-ehdotuksessa korostuukin erityisesti yhteistyö ja alan energiatehokkuuden kehittämisen vastuun jakautuminen hyvin monille sidosryhmille. Työpajoissa erityiseksi kehittämiskohteeksi nousi kuljetusyriytysten ja -asiakkaiden yhteistyön kehittäminen. Kaikilla kuljetusalan sidosryhmillä on tehtävää energiatehokkuuden kehittämisessä. Myös Suomen ulkopuolella, globaaleja toimitusketjuja ohjaavissa yrityksissä, tehdään merkittäviä päätöksiä. Todellisen muutoksen aikaansaamiseksi ja hiilidioksidipäästöjen saavuttamiseksi logistiikan energiatehokkuuden onkin tultava osaksi päätöksenteon kriteerejä toimitusverkoston suunnittelusta lähtien läpi koko logistisen päätöksenteon ketjun.

Lähteet

AECOM 2010. Integrated research study: Small haulier. Freight Best Practice programme. Department for Transport, United Kingdom.

Aronsson, H., Huge Brodin, M., 2006. The environmental impact of changing logistics structures. *The international journal of logistics management*, Vol. 17, No. 3, pp. 394-425.

Banister, D., Hickman, R., Stead, D., 2008. Looking over the horizon: visioning and backcasting. Teoksessa: Perrels, A., Himanen, V., Lee-Gosselin, M. (toim.) *Building blocks for sustainable transport: obstacles, trends, solutions*. Bingley, Emerald.

Beamon, B., 2005. Environmental and sustainability ethics in supply chain management. *Science and engineering ethics*, Vol. 11, pp. 221-234.

Binswanger, M., 2001. Technological progress and sustainable development: what about the rebound effect? *Ecological Economics* Vol. 36, pp. 119–132.

COM/2008/0017. Proposal for a decision of the European Parliament and of the Council on the effort of Member States to reduce their greenhouse gas emissions to meet the Community's greenhouse gas emission reduction commitments up to 2020.

COM/2008/0030. 20 20 by 2020 - Europe's climate change opportunity.

Cooper, J., Black, I., Peters, M., 1998. Creating the sustainable supply chain: Modelling the key relationships. Teoksessa: Banister, D. (toim.) *Transport Policy and the environment*. London, E & FN SPON.

Databuild 2007. Freight Best Practice Programme Impact Assessment. Final Report. [<http://assets.dft.gov.uk/publications/pgr-freight-research/freightbestpracticeprog.pdf>].

DETR 1999. Sustainable distribution: A strategy. Department of the Environment, Transport and the Regions, United Kingdom [<http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+/http://www.dft.gov.uk/adobepdf/165226/sustainstrategy>].

DfT 2010. Fuel Ready Reckoner. Freight Best Practice tool. Department for Transport. [<http://bl.fuelreadyreckoner.org.uk/>].

Direktiivi 2003/59/EY maanteiden tavara- ja henkilöliikenteeseen tarkoitettujen tiettyjen ajoneuvojen kuljettajien perustason ammattipätevyydestä ja jatkokoulutuksesta.

Direktiivi 2006/32/EY energian loppukäytön tehokkuudesta ja energiapalveluista.

Direktiivi 2009/30/EY direktiivin 98/70/EY muuttamisesta bensiinin, dieselin ja kaasuöljyn laatuvaatimusten osalta sekä kasvihuonekaasupäästöjen seurantaan ja vähentämiseen tarkoitetun mekanismin käyttöönottamisen osalta.

ETLA 2011. ETLA:n alue-ennuste. Arvonlisäys ELY-keskuksittain kiintein hinnoin, milj. euroa. [<http://www2.toimialaonline.fi/>].

Euroopan komissio 2011. Energy efficiency. End-use efficiency & energy services. [http://ec.europa.eu/energy/efficiency/end-use_en.htm].

Eurostat 2011. Energy, transport and environmental indicators. Eurostat Pocketbooks. [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-DK-10-001/EN/KS-DK-10-001-EN.PDF].

EY/1172/98. Neuvoston asetus maanteiden tavarankuljetusten tilastoista.

Finavia 2011. Lentoliikennetilasto 2010. [http://www.finavia.fi/files/finavia2/liikennetilastot_pdf/Lentoliikennetilasto_2010.pdf].

Finel, N., Tapio, P., 2012. Decoupling transport CO₂ emissions from GDP. FFRC eBooks (painossa). [http://ffrc.utu.fi/julkaisut/e-julkaisuja/]

IPCC 2007. Climate change 2007 - Synthesis report. Intergovernmental Panel on Climate Change.

Jääskeläinen, S., 2011. Liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalan ilmastopoliittinen ohjelma 2009–2020. Seuranta 2011. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 29/2011.

Kallionpää, E., Rantala, J., Kalenoja, H., 2010. Energiatehokkuus logistiikassa - logistiikan energiatehokkuuden mittaaminen ja parantaminen. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 25/2010.

KOM/2011/0144. Valkoinen kirja. Yhtenäistä Euroopan liikennealuetta koskeva etenemissuunnitelma – Kohti kilpailukykyistä ja resurssitehokasta liikennejärjestelmää.

Kveiborg, O., Fosgerau, M., 2007. Decomposing the decoupling of Danish road freight traffic growth and economic growth. Transport Policy, Vol. 14, pp. 39-48.

Lehtonen, M., 2008. Energy use in UK road freight: a literature review. Sussex Energy Group, SPRU, University of Sussex, [http://www.admin.susx.ac.uk/sussexenergygroup/documents/lit_rev_version_24-08-08.pdf].

Leonardi, J., Baumgartner, M., 2004. CO₂ efficiency in road freight transportation: Status quo, measures and potential. Transportation Research Part D. Vol 9. pp. 451–464.

Liikennevirasto 2011a. Kotimaan vesiliikennetilasto 2010. [http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lti_2011-03_kotimaan_vesiliikennetilasto_web.pdf].

Liikennevirasto 2011b. Suomen rautatietilasto 2011. [http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lti_2011-05_suomen_rautatietilasto_web.pdf].

Liikennevirasto 2011c. Tietilasto 2010. [http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lti_2011-06_tietilasto_2010_web.pdf].

Liimatainen, H., 2010. Kuljetusalan energiatehokkuuden raportointi ja tehostamistoimenpiteiden vaikutusten arviointi. Tampereen teknillinen yliopisto. Tiedonhallinnan ja logistiikan laitos. Liikenne- ja kuljetusjärjestelmät. Tutkimusraportti 77. Tampere. 42 s.

Liimatainen, H., 2011. Utilization of fuel consumption data in an ecodriving incentive system for heavy-duty vehicle drivers. IEEE Transactions on Intelligent Transport Systems, Vol 12, No 4, pp. 1087-1095.

Liimatainen, H., Nykänen, K., 2011. Carbon footprinting road freight operations - is it really that difficult? Logistics Research Network Conference 2011 Proceedings. September 7-9, Southampton, United Kingdom.

Liimatainen, H., Pöllänen, M., 2010. Trends of energy efficiency in Finnish road freight transport 1995-2009 and forecast to 2016, *Energy Policy*, Vol. 38, Issue 12, pp. 7676-7686.

LIPASTO 2011. LIISA tieliikenteen päästölaskentajärjestelmä. [<http://lipasto.vtt.fi/liisa/>].

Linstone, H.A., Turoff, M. (toim.), 1975. *The Delphi Method: Techniques and Applications*. Addison-Wesley Publishing Company, Don Mills.

Loo, R. 2002. The Delphi method: a powerful tool for strategic management. *Policing: An International Journal of Police Strategies & Management*. Vol. 25, No. 4, pp. 762-769.

LVM 2009. Liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalan ilmastopoliittinen ohjelma 2009–2020. Ohjelmia ja strategioita 2/2009.

LVM 2011. Laki ajoneuvojen energia- ja ympäristövaikutusten huomioon ottamisesta julkisissa hankinnoissa; hallituksen esityksen valmistelu (LVM049:00/2011). [<http://www.lvm.fi/web/fi/lakihanke/-/view/1265060>].

Martinsen, U., Maack, C., Björklund, M., Huge-Brodin, M., 2009. Today's Challenges in Fostering Greener Logistics Systems, in the Proceeding from the Logistics Research Network Conference 2009, 9-11 September in Cardiff, UK, pp. 925-928.

May, G., 1996. *Foreseeing the future*. Teoksessa: *The Future is Ours. Foreseeing, Managing and Creating the Future*, Praeger, Westport, CT (1996) pp. 113–155 (luku 4).

McKinnon, A., 2007. Decoupling of road freight transport and economic growth trends in the UK: An exploratory analysis. *Transport Reviews*, Vol. 27, pp. 37-64.

McKinnon, A., 2009a. Innovation in road freight transport: Achievements and challenges. Paper prepared for the International Transport Forum / IMTT Seminar on 'Innovation in road transport: Opportunities for improving efficiency'. October 2, Lisbon, Portugal.

McKinnon, A., 2009b. Benchmarking road freight transport: Review of a government-sponsored programme. *Benchmarking: an International Journal*, Vol. 16, No. 5, pp. 640-655.

McKinnon, A., 2010. Environmental sustainability: a new priority for logistics managers. Teoksessa: McKinnon, A., Cullinane, S., Browne, M., Whiteing, A. (toim.) (2010) *Green logistics: improving the environmental sustainability of logistics*. London, Kogan Page.

McKinnon, A., Piecyk, M., 2009. Measurement of CO₂ emissions from road freight transport: A review of UK experience. *Energy Policy*. Vol. 37. pp. 3733-3742.

McKinnon, A., Woodburn, A., 1996. Logistical restructuring and road freight traffic growth: an empirical assessment. *Transportation*, Vol. 23, pp. 141-161.

Motiva 2008. Tavarankuljetusten ja logistiikan energiatehokkuussopimus vuosille 2008–2016.

- Motiva 2011. Sopimukseen liittyneet yritykset. [http://www.energiatehokkuussopimukset.fi/fi/sopimusalat/liikenne/tavarankuljetukset_ja_logistiikka/sopimukseen_liittyneet_yritykset/].
- NTM 2008. Environmental data for international cargo transport. Calculation methods and default data – mode specific issues. Road transport Europe.
- Odyssee-Mure 2011. Energy efficiency indicators in Europe. [<http://www.odyssee-indicators.org/>].
- Pacala, S., Socolow, R., 2004. Stabilization wedges: solving the climate problem for the next 50 years with current technologies. *Science*, Vol. 305, no 5686, pp. 968-972.
- Perez-Martinez, P. J., 2009. The vehicle approach for freight road transport energy and environmental analysis in Spain. *European Transport Research Review*. Vol 1. pp. 75-85.
- Piecyk, M., 2010. Analysis of long-term freight transport, logistics and related CO2 trends on a business-as-usual basis. PhD dissertation. Heriot-Watt University, School of Management and Languages.
- REDEFINE 1999. Relationship between demand for freight transport and industrial effects. Netherlands Economic Institute. [<http://cordis.europa.eu/transport/src/redefinerep.htm>].
- Rotondi, A., Gustafson, D., 1996. Theoretical, methodological and practical issues arising out of the Delphi method. Teoksessa Adler, M., Ziglio, E. (toim.): *Gazing into the Oracle. The Delphi Method and its Application to Social Policy and Public Health*, pp. 34-55. Jessica Kingsley Publishers, London.
- Schenker 2006. Effektiva varuleveranser förbättrar miljön i Stockholms Stad. 2006. [http://www.schenker.se/upload/attachments/16/1616/sto_stad.pdf]
- SEC/2011/0358. Impact assessment - Accompanying document to the White paper: Roadmap to a single European transport area - Towards a competitive and resource efficient transport system. Commission staff working paper. [<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=SEC:2011:0358:FIN:EN:PDF>].
- SKAL 2010. Toimintakertomus 2009. [http://www.skali.fi/files/7548/SKAL_Toimintakertomus_2009.pdf].
- SKAL 2011a. Yrityskoko luvanvaraisessa liikenteessä vuonna 2010. [http://www.skali.fi/files/9326/yrityskoko_luvanvaraisessa_tavaraliikenteessa.pdf].
- SKAL 2011b. Maanteiden tavaraliikenteen talous- ja suhdannekatsaus. Syyskuu 2011.
- Sorrell, S., Lehtonen, M., Stapleton, L., Pujol, J., Champion, T., 2010. Decoupling of road freight energy use from economic growth in the United Kingdom. *Energy Policy*, doi: 10.1016/j.enpol.2010.07.007.
- Stenholm, P. (2004) Maantiekuljetusyritysten ympäristölähtöinen kilpailukyky. Turun kauppakorkeakoulun julkaisu, Sarja A-15:2004.
- Tacke, J., Sanchez Rodriguez, V., Mason, R., 2011. Decarbonisation initiatives applied within the German logistics sector. 16th International Symposium on Logistics (ISL 2011), July 10-13, Berlin, Germany

Tapio, P., 2003. Disaggregative policy Delphi. Using cluster analysis as a tool for systematic scenario formation. *Technological forecasting and social change*. Vol. 70, pp. 83-101.

Tapio, P., 2005. Towards a theory of decoupling: degrees of decoupling in the EU and the case of road traffic in Finland between 1970 and 2001. *Transport Policy*, Vol. 12, pp.137-151.

Tapio, P., Banister, D., Luukkanen, J., Vehmas, J., Willamo, R., 2007. Tapio, P., Banister, D., Luukkanen, J., Vehmas, J., Willamo, R., 2007. Energy and transport in comparison. Immaterialisation, dematerialisation and decarbonisation in the EU15 between 1970 and 2000. *Energy Policy*, Vol. 35, Issue 1, pp. 433–451.

Tapio, P., Varho, V., Nygren, N., Järvi, T., Tuominen, A., 2011. Liikennepolitiikan ilmasto. Baseline-kehitys sekä asiantuntijoiden ja nuorten visiot liikenteen hiilidioksidipäästöistä vuoteen 2050. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 19/2011.

TfL 2011. London freight matters. Transport for London.
[<http://www.tfl.gov.uk/microsites/freight/>].

Tilastokeskus 2010. Tieliikenneonnettomuudet 2009.
[http://www.liikenneturva.fi/www/fi/tilastot/liitetiedostot/Tieliikenneonnettomuudet_2009_netti.pdf].

Tilastokeskus 2011a. Liikenteen tilinpäätöstilasto. [<http://stat.fi/til/litipa/index.html>]. Viitattu 9.11.2011.

Tilastokeskus 2011b. Kansantalouden tilinpito. [<http://stat.fi/til/vtp/index.html>].

Tilastokeskus 2011c. Tieliikenteen tavarankuljetukset.
[<http://stat.fi/til/kttav/index.html>].

Tilastokeskus 2011d. Tieliikenteen tavarankuljetukset -tilaston tiedonkeruu ja -tuotantoprosessit uudistettu. [http://stat.fi/til/kttav/kttav_2011-07-01_uut_001.html].

van de Riet, O., de Jong, G., Walker, W., 2008. Drivers of freight transport demand and their policy implications. Teoksessa: Perrels, A., Himanen, V., Lee-Gosselin, M. (toim.) *Building blocks for sustainable transport: obstacles, trends, solutions*. Bingley, Emerald.

Ziglio, E., 1996. The Delphi method and its contribution to decision-making. Teoksessa Adler, M., Ziglio, E. (toim.): *Gazing into the Oracle. The Delphi Method and its Application to Social Policy and Public Health*, pp. 3-33. Jessica Kingsley Publishers, London.

Liite 1. Megatrendit

	BKT	arvotiheys	kuljetusmuoto	keskimatka	keskikuorma	tyhjänäajo	keskikulutus	biopolttoaine
Toimialojen rakennemuutos	Vientiteollisuuden kasvu hilpui ja tuotantoa siirtyi ulkomaille	Palvelusektorin osuus kasvaa	Raskas teollisuus vähenee		JIT/JOT toimintatavan kehitys jatkuu			Biopolttoaineiden tuotantokapasiteettia on vähän ja teknologian on vakiintumatonta
	2008 alkaneen talouskriisin vaikutukset näkyvät vuoteen 2016 asti	Vientiteollisuus vähenee						
	2008 alkaneen talouskriisin vaikutukset näkyvät vuoden 2016 jälkeenkin	Vientiteollisuus uudistuu ja jalostusaste kasvaa						
	Itä-Euroopan ja Aasian talouskasvu on nopeaa	Biopolttoaineet ja kaivosteollisuus kasvavat	Kaivosteollisuus kasvaa	Kaivosteollisuus kasvaa	Kaivosteollisuuden ja bioenergian kasvu			Biopolttoaineiden tuotekehitys etenee ja jakeluverkosto laajenee
	Suomeen tulee uutta kaivosteollisuutta ja ympäristöteknologian teollisuutta							
Aluerakenteen muutokset	Väestö kasvaa		Väestön keskittyminen lyhentää kuljetusmatkoja	Teollisuuden, väestön ja logistiikan keskittyminen jatkuu		Alueellinen epätasapaino kuljetuksissa lisääntyy		
				Keskittyminen on jo suurelta osin tapahtunut				
Kulutustottumusten muutos	Ikääntyminen vaikuttaa kotimaiseen kulutukseen	Tavaran määrä vähenee aineettomiin hyödykkeisiin painottuvan kulutus- ja elämäntavan myötä		Ympäristötietoisuus ja lähellä tuotetun ruoan ja tavaroiden suosio kasvaa				
			Logistiikka siirtyy yhä enemmän pienien tavarajen toimituksiin suoraan kuluttajille	Ulkomaisten nettikauppojen käyttö lisääntyy	Nettikaupan kasvu kasvattaa pieniä pakettiautokuljetuksia	Asiakasvaatimukset kiristyvät ja yksilölliset jakeluratkaisut yleistyvät		
Energia ja ympäristönäkökohdat	Energian saatavuus heikkenee ja hinta nousee		Energian hinnan nousu kasvattaa kuljetuskustannuksia	Kuljetuksia siirretään rautateille ympäristö- ja kustannussyistä	Kuljetuskustannusten ja ympäristöpainajien nousu	Ympäristöpainajet ja energian hinnan nousu	Ympäristöasioiden merkityksen kasvu	Biopolttoaineiden kannattavuus paranee fossiilisten polttoaineiden saatavuuden heiketessä ja hinnan kohotessa
			Rautatiekuljetukset kasvavat ympäristönäkökohtien ja kilpailun avautumisen vuoksi				Polttoaineen hinnan nousu	Biopolttoaineita tuetaan valtion toimesta esimerkiksi verohelpoituksin
			Puutavaran uutto kokee renessanssin				Uudet päästömääräykset	EU:n velvoitteet
Tiekuljetusalan tehostuminen			Tiekuljetusten kehittyvä tekniikka kompensoi ympäristöpainajia		Tietojärjestelmien kehitys parantaa mahdollisuuksia kuormien yhdistelyyn	Kilpailu kovenee ulkomaisten yritysten pyrkessä Suomen markkinoille	Ajoneuvotekniikka jatkaa kehittymistään	Biopolttoaineet jäävät väliaikaisratkaisuksi ja niiden osuus vakiintuu muiden vaihtoehtoisten polttoaineiden ja moottoritekniikoiden merkityksen kasvaessa pitkällä aikavälillä
		Kuljetukset tehostuvat			Kuljetuskustannusten nousu koituu kannattamattomien yritysten kohtaloksi ja pakottaa alan yritykset yhteistyön syventämiseen ja kuljetusten yhdistelyyn	Lainsäädäntö vaikeuttaa eri tuoterakenteiden kuljettamista samassa tavaratilassa	Kuormakoko kasvaa	
					Rautatieliikenteestä siirtyä ohuempia tavaravirtoja (kuitenkin täysiauto- ja kuorma-auto- ja maantieliikenteeseen)	Tyhjänäajoa aletaan säädellä lainsäädännöllä	Ajoneuvotekniikka kehittyy ja pidemmällä aikavälillä esimerkiksi hybriditekniikka yleistyy	
					Kalustorakenne kehittyy raskaammaksi	Kuljetusyritysten keskikoko kasvaa	Tyhjänäajo vähenee	
						Koulutustason ja tietojärjestelmien käytön taso nousee		
						Kuljetusten ohjauksen keskittyminen jatkuu		

Liite 2. Hiilidioksidipäästöjen kehitys 1995–2030 eri skenaarioissa.

